

INVESTIGACIÓN PARA EL DESARROLLO DE UN FÁRMACO CONTRA EL CÁNCER

Propuesta Didáctica para Educación
Secundaria Obligatoria



TRABAJO FINAL DE MÁSTER

MÁSTER DE PROFESOR/A EN EDUCACIÓN SECUNDARIA
OBLIGATORIA Y BACHILLERATO, FORMACIÓN PROFESIONAL Y
ENSEÑANZA DE IDIOMAS

ESPECIALIDAD DE CIENCIAS EXPERIMENTALES Y TECNOLOGÍA:
FÍSICA Y QUÍMICA

CURSO 2020 - 2021

Autora: **Amelia Bou Puerto**

Tutor: **Juan José Fernández Rivera**

Resumen

El sistema educativo actual se encuentra en un continuo cambio hacia un enfoque en el que destaque el desarrollo competencial para formar individuos capaces de afrontar los retos del siglo XXI. Uno de esos retos es acercar la ciencia a los estudiantes, dotándole de un significado real, acercando el verdadero trabajo científico al aula.

El presente Trabajo Final de Máster tiene como objetivo principal contribuir a dicho cambio, tratando la temática del cáncer, pues según el Instituto Nacional del Cáncer (NCI) alrededor del 39,5 % de hombres y mujeres recibirán un diagnóstico de cáncer en algún momento en su vida. Para ello, se trabajará la temática desde diferentes perspectivas y materias académicas con la finalidad de comprender los diferentes aspectos de las enfermedades que engloba y resaltar la importancia de la investigación en fármacos, buscando despertar el interés del estudiantado por el mundo científico.

Con este propósito, se han diseñado una serie de materiales didácticos que incluyen 21 actividades recogidas en el *Cuaderno del Investigador* y guiadas por tres personajes: Laura, Natalie y Mike. De las 21 actividades, 16 siguen una metodología de aprendizaje cooperativo, participación activa o *gamificación*, adoptando así un modelo didáctico centrado en el alumno y en la competencia de aprender a aprender.

En cuanto al proceso de evaluación, se ha priorizado la evaluación competencial, acorde con el modelo didáctico implementado y con el enfoque del sistema educativo futuro. Se evaluará el proyecto de forma global, analizando el progreso tanto individual como grupal, y de forma específica, según los indicadores de logro establecidos. En adición, la evaluación tendrá un carácter multidimensional, pues incluirá co-evaluaciones y auto-evaluaciones para hacer al alumnado partícipe del avance de su aprendizaje.

Con todo esto, se han diseñado un conjunto de materiales didácticos flexibles para formar parte de la investigación realizada en el desarrollo de un fármaco contra el cáncer, aplicables a un curso de 3ºESO o superior, y adaptables a las condiciones reales del aula en cualquier centro educativo.

Palabras clave: *divulgación científica, investigación en cáncer, desarrollo de un fármaco, ciencia en educación secundaria.*

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Justificación	1
1.2. El cáncer y el mundo de la investigación en la etapa de Educación Secundaria	2
2. MARCO LEGISLATIVO	4
3. DISEÑO DEL MATERIAL DIDÁCTICO	5
3.1. Contextualización	5
3.2. Objetivos de aprendizaje	5
3.3. Objetivos específicos	7
3.4. Competencias	9
3.5. Contenidos, criterios de evaluación e indicadores de logro	10
3.6. Herramientas utilizadas para la creación del material didáctico	18
4. ORIENTACIONES METODOLÓGICAS	18
4.1. Aprendizaje cooperativo	19
4.2. Participación activa	19
4.3. <i>Gamificación</i>	20
5. DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL DIDÁCTICO	20
6. EVALUACIÓN	21
7. CONCLUSIONES Y PROPUESTA DE MEJORA	24
8. BIBLIOGRAFÍA Y WEBGRAFÍA	25

ANEXOS

ANEXO I: Tablas con descripción de las actividades

ANEXO II: *Cuaderno del Investigador*

ANEXO III: Rúbricas de evaluación A, B y C

ANEXO IV: Cuestionario A – Evaluación actividades 5 y 9

ANEXO V: Cuestionario B - Retroalimentación

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Justificación

En el momento actual nos encontramos en una época de cambio en el ámbito educativo. El pasado 30 de diciembre de 2020 se publicó en el BOE la Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, que recoge la nueva Ley de Educación (LOMLOE). Uno de los pilares fundamentales de la nueva normativa que está en desarrollo actualmente es el currículo, y se implementará a partir del curso 2022-2023 en los cursos de 1º y 3º de ESO y 1º de Bachillerato, y en el curso siguiente en los niveles de 2º y 4º de ESO y 2º de Bachillerato.

César Coll, profesor de Psicología de la Educación de la Universidad de Barcelona, y Guadalupe Jover, profesora de Educación Secundaria de Lengua y Literatura, son dos de los expertos que trabajan en la creación del nuevo currículo. En una rueda de prensa para la presentación del nuevo currículo, César habla de tres apuestas que se persiguen en la redacción de éste: (1) profundizar en el enfoque competencial, (2) renunciar de manera definitiva a los enfoques enciclopédicos y (3) conseguir una autonomía curricular real de los contenidos educativos. Guadalupe, por su parte, expone tres problemas significativos del currículo actual: (1) extensión, (2) fragmentación e (3) inadecuación.

El enfoque competencial busca trabajar y desarrollar las competencias claves definidas por la Unión Europea y los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) que se recogen en la Agenda 2030. Los ODS buscan, entre otros, la eliminación de la pobreza, combatir el cambio climático, el derecho a la educación, la igualdad de la mujer o garantizar una vida sana y promover el bienestar en todas las edades (Asamblea General de las Naciones Unidas, 2015). En cuanto a las competencias, se incluyen las siete que ya aparecen en el currículo vigente y una octava, la competencia plurilingüe, que implica la utilización de forma adecuada y fluida de diferentes lenguas para fomentar el aprendizaje y favorecer la comunicación. El objetivo a alcanzar con la profundización en el enfoque competencial es conseguir un desarrollo competencial durante la etapa de enseñanza obligatoria que, al finalizarla, permita a los estudiantes afrontar de forma satisfactoria los retos y desafíos del siglo XXI.

La segunda apuesta de renunciar a los enfoques enciclopédicos no debe confundirse con eliminar contenidos de currículum, sino con garantizar el aprendizaje de aquellos imprescindibles “para el desarrollo y formación de un ciudadano con plenitud de derechos en nuestra sociedad” – como menciona César. Es por eso que el nuevo currículo diferencia entre dos tipos de aprendizajes: aprendizajes básicos imprescindibles y aprendizajes básicos deseables. Todo el alumnado tendrá acceso a los aprendizajes básicos deseables, y cuantos más abarquen mejor, pero no todos tendrán por qué estudiar los mismos contenidos.

Conseguir una autonomía curricular real de los centros educativos es la tercera apuesta del nuevo currículo. Para poder hacer frente al enfoque competencial y conseguir la implementación real de éste en las aulas, se debe considerar la realidad de los centros y los diferentes contextos y perfiles del alumnado. Para ello es necesaria la colaboración de toda la comunidad educativa y una relación estrecha entre las propuestas del Ministerio de Educación y las de las Administraciones Educativas de las diferentes comunidades.

Esta modernización de currículo pretende acabar con tres de los problemas actuales que se encuentran los profesores de secundaria en el aula. La actual normativa incluye una lista muy extensa de contenidos que resultan inabarcables en el curso académico, lo que se traduce en acabar impartiendo los mismos contenidos considerados tradicionales, recurrir a los libros de

texto sin hacer uso de materiales didácticos novedosos y evaluar el avance académico de los estudiantes haciendo solo uso de pruebas escritas individuales. Por otra parte, la estructura rígida que presenta el currículo conduce a una fragmentación de los contenidos, dificultando establecer relaciones interdisciplinarias que se adecúan más a la aplicación real de los conceptos en las situaciones de la vida. Por último, el profesorado se encuentra con una inadecuación tanto al grado de desarrollo del alumnado en materias éticas y sociales como a las urgencias del mundo actual, por ejemplo: la problemática del cambio climático, las desigualdades o la violencia en todos sus ámbitos.

Con todo esto, el nuevo currículo persigue el aprendizaje significativo de los contenidos mediante el abordaje interdisciplinar en diferentes materias y la implementación de proyectos de temática aplicada a la vida real, impulsando así la codocencia y el trabajo colaborativo de toda la comunidad educativa.

El planteamiento inicial del presente trabajo incluye como eje principal el desarrollo de un conjunto de materiales didácticos donde la temática central es la investigación en cáncer y el conocimiento de los aspectos básicos de esta enfermedad, siguiendo la modalidad de materiales didácticos. La normativa que se ha revisado es la que está en vigor actualmente, es decir, el Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato.

No obstante, la modalidad escogida ofrece la posibilidad de elaborar recursos con los que se trabajen contenidos de actualidad y de manera interdisciplinar en varias materias didácticas, por lo que para la realización del presente Trabajo Final del Máster de Profesor/a en Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas se han considerado las propuestas incluidas en la nueva normativa, profundizando en el enfoque competencial mediante la realización de una serie de actividades en las que se trabajan contenidos de varias asignaturas de la rama STEM de forma interdisciplinar, contenidos éticos, el papel de la mujer en la ciencia, se fomenta también la creatividad y se trabaja la nueva competencia de plurilingüismo, en concreto el idioma inglés por ser actualmente el vehículo de información del mundo científico. Todo esto desarrollado en un proyecto global que tiene como objetivo el estudio de una enfermedad, el cáncer, que afecta a millones de personas en el mundo, y el desarrollo completo de un fármaco para ésta, pasando por todas fases del proceso.

1.2. El cáncer y el mundo de la investigación en la etapa de Educación Secundaria

Según el Instituto Nacional del Cáncer (NCI), alrededor del 39,5 % de hombres y mujeres recibirán un diagnóstico de cáncer en algún momento en su vida, por lo que existe una alta probabilidad de que el alumnado que se encuentra a día de hoy en las aulas de secundaria se encuentre en una situación de tener que hacer frente a esta enfermedad, ya sea directamente, o por un familiar.

Sin embargo, la mejor forma de prevenir muchos tipos de cáncer consiste en llevar un estilo de vida saludable, que incluya una dieta equilibrada y evitar el sedentarismo. Otras prácticas nocivas, como el consumo de alcohol y tabaco están altamente relacionadas con la aparición de varios tipos de cáncer. El tabaquismo, por ejemplo, es la principal causa de leucemia mielógena aguda, cáncer de vejiga, cáncer de cuello uterino, cáncer de esófago, cáncer de riñón, cáncer de pulmón, cáncer de la cavidad oral, cáncer de páncreas y cáncer de estómago. Por su parte, el consumo de alcohol se relaciona con la aparición de cáncer de la cavidad oral, cáncer de esófago, cáncer de mama, cáncer colorrectal y cáncer de hígado.

Por desgracia, el consumo de alcohol y de tabaco se encuentra muy presente en la etapa adolescente, donde se inician estas prácticas que pueden acabar convirtiéndose en un vicio a largo plazo. No obstante, este hecho se convierte en un motivo más para incluir la temática del cáncer como contenido a trabajar en la Educación Secundaria por suponer un reto al que se enfrentará el alumnado en futuros escenarios.

Por otra parte, se pueden trabajar los contenidos desde diferentes enfoques y con este proyecto se ha decidido trabajar el cáncer desde la investigación científica, con el objetivo de despertar el interés del estudiantado por el mundo científico. De hecho, despertar el interés por las materias de ciencias, tecnologías, ingenierías y matemáticas (STEM) debería ser otro reto a conseguir por parte de las administraciones educativas, pues el último informe de la Conferencia de Rectores de Universidades Españolas (CRUE) señala un descenso del 6,1% de las matriculaciones en carreras de estas ramas entre los años 2013 y 2017, y unos porcentajes elevados de tasas brutas de abandono global, que van de 37,4% al 49,9% según la titulación. Además, también aparece en este campo la brecha de género, pues solo un 28% del alumnado de estas titulaciones son mujeres.

Para conseguir el objetivo deseado, el presente proyecto consistirá en un juego de rol, donde el alumnado formará parte de un grupo de investigación en cáncer que quiere solicitar una ayuda económica europea para conseguir financiación para el desarrollo de un fármaco de inmunoterapia destinado a un tipo de cáncer. En la primera parte deberán elaborar y presentar un vídeo explicando la enfermedad y de esta forma conseguirán la ayuda económica para desarrollar, en la segunda parte del proyecto, un fármaco desde el inicio, pasando por todas las fases. No obstante, las actividades diseñadas también permitirán tratar otros contenidos de interés científico, como mujeres referentes en ciencia o vacunas que han evitado la muerte de millones de personas en el mundo, pero que también muestran una desigualdad de recursos entre los países en diferentes estados de desarrollo.

Un ejemplo del último caso, y que también permite introducir poco a poco los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030, es la vacuna de la poliomielitis. La OMS consideró erradicada la poliomielitis en Europa el año 2002, gracias al desarrollo de la vacuna en los años 50, pero no fue hasta agosto del 2020 que se certificó su erradicación en África, y todavía se detectan casos en Oriente Medio y Lejano Oriente. El ODS 3 busca garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades, y una de las metas consiste en apoyar la investigación y el desarrollo de vacunas y medicamentos para las enfermedades que afectan primordialmente a los países en desarrollo.

Considerando los puntos comentados en este apartado, el objetivo global que se pretende conseguir con la implementación y realización del proyecto en las aulas de secundaria es tratar el cáncer desde diferentes perspectivas y materias académicas con la finalidad de comprender los diferentes aspectos de las enfermedades que engloba y resaltar la importancia de la investigación en fármacos, buscando despertar el interés del estudiantado por el mundo científico, para tratar una enfermedad que se encuentra entre las primeras causas de defunción a nivel mundial.

2. MARCO LEGISLATIVO

Según la Ley Orgánica 2/2006 de Educación, el currículum puede estructurarse en tres niveles de concreción. El material didáctico que se adjunta en este documento se sitúa en el tercer nivel, Programaciones de Aula, que debe adaptar cada profesor en función de las características del alumnado y de las instalaciones del centro. No obstante, el presente proyecto no ha sido diseñado para ningún centro escolar en concreto, sino como materiales didácticos que puedan implementarse en cualquier instituto de enseñanza secundaria. Por este motivo, se ha tenido en cuenta en la planificación del proyecto que su implementación no dependa del nivel socio-económico del centro.

Para la elaboración y redacción del proyecto se ha revisado la siguiente normativa y documentación oficial:

- Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato.

- Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato.

- Decreto 87/2015, de 5 de junio, del Consell, por el que establece el currículo y desarrolla la ordenación general de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato en la Comunitat Valenciana.

- Decreto 51/2018, de 27 de abril, del Consell, por el que se modifica el Decreto 87/2015, por el que establece el currículo y desarrolla la ordenación general de la educación secundaria obligatoria y del bachillerato en la Comunitat Valenciana.

- Decreto 136/2015, de 4 de septiembre, del Consell, por el que se modifican el Decreto 108/2014, de 4 de julio, del Consell, por el que se establece el currículo y desarrolla la ordenación general de la Educación Primaria en la Comunitat Valenciana, y el Decreto 87/2015, de 5 de junio, del Consell, por el que se establece el currículo y se desarrolla la ordenación general de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato en la Comunitat Valenciana.

- Documento Puente de Secundaria de la Comunidad Valenciana de Biología y Geología.

- Documento Puente de Secundaria de la Comunidad Valenciana de Física y Química.

- Documento Puente de Secundaria de la Comunidad Valenciana de Matemáticas académicas.

- Documento Puente de Secundaria de la Comunidad Valenciana de Primera Lengua Extranjera: Inglés.

- Documento Puente de Secundaria de la Comunidad Valenciana de Educación Plástica y Audiovisual.

- Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible creada en 2015 por la Asamblea General de las Naciones Unidas, en la cual se encuentran los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible.

3. DISEÑO DEL MATERIAL DIDÁCTICO

3.1. Contextualización

El material didáctico presentado no se ha elaborado para ningún tipo de contexto específico, todo lo contrario, la intención es aportar una propuesta didáctica flexible que se pueda adaptar a las diferentes realidades presentes en las aulas de los centros educativos, y a la situación socio-económica de éstos.

Para ello se ha tenido en cuenta el coste del material utilizado en el proyecto, la disponibilidad de aulas y la utilización de dispositivos electrónicos. Se aporta todo el material físico necesario para la realización de las actividades propuestas, que se reduce a fotocopias, excepto material común de bajo coste como dados y cubiletes para un original y científico juego de mesa. La mayor parte de las actividades se desarrollan en el aula convencional, excepto aquellas en las que se trabaja la competencia digital, para las que será necesario el uso de un ordenador como herramienta para buscar información y elaborar contenidos digitales por parte del alumnado. No obstante, en ese caso se trabajará siempre de forma grupal, por lo que no se requerirá de dispositivos electrónicos individuales.

Por otra parte, el modelo de aproximación didáctica escogido, centrado en el alumno y en la competencia aprender a aprender, y caracterizado por la implementación de metodologías de aprendizaje cooperativo, participación activa y *gamificación*, facilita el aprendizaje entre iguales, minimizando la diferencia entre los alumnos que presentan más dificultades académicas y aquellos que se encuentran en un estado más avanzado con respecto al nivel medio de la clase.

Finalmente, en referencia al curso en el que se podría poner en práctica el proyecto, ha sido diseñado para un nivel de 4º ESO, por los contenidos tratados, pese a que su dificultad puede adaptarse fácilmente a 3º ESO con alguna explicación adicional por parte del profesorado. Fuera de la etapa Secundaria Obligatoria, también se puede acoplar de manera transversal en áreas como Cultura Científica de 1º Bachillerato o incluso Química, por su versatilidad.

3.2. Objetivos de aprendizaje

De acuerdo con el RD 1105/2014, 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato a nivel estatal, en Capítulo II, Artículo 11, la Educación Secundaria Obligatoria contribuirá a desarrollar en el estudiantado las capacidades que les permitan:

a) Asumir responsablemente sus deberes, conocer y ejercer sus derechos en el respeto a los demás, practicar la tolerancia, la cooperación y la solidaridad entre las personas y grupos, ejercitarse en el diálogo afianzando los derechos humanos y la igualdad de trato y de oportunidades entre mujeres y hombres, como valores comunes de una sociedad plural y prepararse para el ejercicio de la ciudadanía democrática.

b) Desarrollar y consolidar hábitos de disciplina, estudio y trabajo individual y en equipo como condición necesaria para una realización eficaz de las tareas del aprendizaje y como medio de desarrollo personal.

c) Valorar y respetar la diferencia de sexos y la igualdad de derechos y oportunidades entre ellos. Rechazar la discriminación de las personas por razón de sexo o por cualquier otra condición o circunstancia personal o social. Rechazar los estereotipos que supongan discriminación entre hombres y mujeres, así como cualquier manifestación de violencia contra la mujer.

d) Fortalecer sus capacidades afectivas en todos los ámbitos de la personalidad y en sus relaciones con los demás, así como rechazar la violencia, los prejuicios de cualquier tipo, los comportamientos sexistas y resolver pacíficamente los conflictos.

e) Desarrollar destrezas básicas en la utilización de las fuentes de información para, con sentido crítico, adquirir nuevos conocimientos. Adquirir una preparación básica en el campo de las tecnologías, especialmente las de la información y la comunicación.

f) Concebir el conocimiento científico como un saber integrado, que se estructura en distintas disciplinas, así como conocer y aplicar los métodos para identificar los problemas en los diversos campos del conocimiento y de la experiencia.

g) Desarrollar el espíritu emprendedor y la confianza en sí mismo, la participación, el sentido crítico, la iniciativa personal y la capacidad para aprender a aprender, planificar, tomar decisiones y asumir responsabilidades.

h) Comprender y expresar con corrección, oralmente y por escrito, en la lengua castellana y, si la hubiere, en la lengua cooficial de la Comunidad Autónoma, textos y mensajes complejos, e iniciarse en el conocimiento, la lectura y el estudio de la literatura.

i) Comprender y expresarse en una o más lenguas extranjeras de manera apropiada.

j) Conocer, valorar y respetar los aspectos básicos de la cultura y la historia propias y de los demás, así como el patrimonio artístico y cultural.

k) Conocer y aceptar el funcionamiento del propio cuerpo y el de los otros, respetar las diferencias, afianzar los hábitos de cuidado y salud corporales e incorporar la educación física y la práctica del deporte para favorecer el desarrollo personal y social. Conocer y valorar la dimensión humana de la sexualidad en toda su diversidad. Valorar críticamente los hábitos sociales relacionados con la salud, el consumo, el cuidado de los seres vivos y el medio ambiente, contribuyendo a su conservación y mejora.

l) Aprender la creación artística y comprender el lenguaje de las distintas manifestaciones artísticas, utilizando diversos medios de expresión y representación.

En cuanto a la normativa a nivel autonómico, los objetivos generales se recogen en el Decreto 87/2015, de 5 de junio, modificado por el Decreto 51/2018, en el que se establece el currículo y se desarrolla la ordenación general de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato en la Comunitat Valenciana. En el Título II, Capítulo I, Artículo 15, se desarrollan los objetivos de la Educación Secundaria Obligatoria, siendo estos los siguientes:

- **O.G.1.** El desarrollo y la concreción curricular que elaboren los centros docentes como parte de su proyecto educativo garantizará la consecución de los objetivos establecidos para la etapa en el artículo 11 del Real Decreto 1105/2014.

- **O.G.2.** Asimismo, esta concreción del currículo se orientará a la consecución de los siguientes fines:

a) Adquirir los elementos básicos de la cultura, especialmente en sus aspectos humanístico, artístico, científico y tecnológico.

b) Adaptar el currículo y sus elementos a las necesidades de cada alumno y alumna, de forma que se proporcione una atención personalizada y un desarrollo personal e integral de

todo el alumnado, respetando los principios de educación común y de atención a la diversidad del alumnado propios de la etapa.

c) Orientar al alumnado y a sus representantes legales, si es menor de edad, acerca del progreso académico y la propuesta de itinerarios educativos más adecuados para cada alumno o alumna.

d) Preparar al alumnado para su incorporación a estudios posteriores y para su inserción laboral.

e) Desarrollar buenas prácticas que favorezcan un buen clima de trabajo y la resolución pacífica de conflictos, así como las actitudes responsables y de respeto por los demás.

f) Desarrollar una escala de valores que incluya el respeto, la tolerancia, la cultura del esfuerzo, la superación personal, la responsabilidad en la toma de decisiones por parte del alumnado, la igualdad, la solidaridad, la resolución pacífica de conflictos y la prevención de la violencia de género.

g) Consolidar en el alumnado hábitos de estudio y de trabajo.

h) Formar al alumnado para el ejercicio de sus derechos y obligaciones en la vida como ciudadanos.

i) Desarrollar metodologías didácticas innovadoras que incluyan el aprendizaje cooperativo, los proyectos interdisciplinares, el uso de las tecnologías de la información y la comunicación, así como la práctica de la educación inclusiva en el aula.

j) Basar la práctica docente en la formación permanente del profesorado, en la innovación educativa y en la evaluación de la propia práctica docente.

k) Elaborar materiales didácticos orientados a la enseñanza y el aprendizaje basados en la adquisición de competencias.

l) Emplear el valenciano, el castellano y las lenguas extranjeras como lenguas vehiculares de enseñanza, valorando las posibilidades comunicativas de todas ellas, y garantizando el uso normal, la promoción y el conocimiento del valenciano.

3.3. Objetivos específicos

Los objetivos específicos que se pretenden conseguir al completar la realización del proyecto son:

- **O.E.1.** Desarrollar una actitud positiva y luchadora frente a una enfermedad cada día más común y temida como es el cáncer para poder afrontar con valor posibles situaciones futuras.

- **O.E.2.** Conocer los aspectos básicos y comunes a todas las enfermedades que engloba el término cáncer, como definición, causas, detección, tratamiento y población afectada, y también aspectos específicos de la inmunología y la inmunoterapia como tratamiento contra el cáncer, con el objetivo de adquirir conocimientos sobre una enfermedad que afecta a gran parte de la sociedad.

- **O.E.3.** Detectar y establecer la relación existente entre las diferentes materias de la rama STEM para remarcar la importancia de la interdisciplinariedad.

- **O.E.4.** Asociar conceptos estudiados en varias asignaturas académicas con su relevancia en el mundo real para dotarles de un significado útil en la realidad.
- **O.E.5.** Concienciarse sobre las causas evitables responsables de varios tipos comunes de cáncer y sobre cómo prevenir otros con la finalidad de reducir la tasa de afectados y de mortalidad y salvar vidas.
- **O.E.6.** Desarrollar una actitud crítica acerca de diferentes aspectos éticos y morales asociados a la investigación en cáncer para formar adolescentes capaces de tomar decisiones propias argumentadas y fundamentadas.
- **O.E.7.** Despertar el interés por la investigación para dar a conocer a los estudiantes otra posible salida laboral y valorar la aportación básica y vital que conlleva.
- **O.E.8.** Reconocer las diferentes fases de desarrollo de un fármaco con el objetivo de valorar el trabajo global, interdisciplinar, complejo y necesario para mejorar el bienestar de la sociedad.
- **O.E.9.** Conocer y respetar el material de un laboratorio biológico y de un laboratorio químico, las técnicas empleadas y los riesgos químicos a los que se exponen al trabajar en ellos con la finalidad de formar personas que trabajen de forma activa y respetuosa.
- **O.E.10.** Resaltar y justificar la importancia de aprender y dominar el inglés en el mundo científico-tecnológico para establecer relaciones internacionales y desarrollar una carrera científica, favoreciendo así al desarrollo global de la ciencia, caracterizado por el intercambio de conocimientos dentro de la comunidad científica.
- **O.E.11.** Destacar los beneficios y valores adquiridos al trabajar de forma grupal para conseguir el mismo objetivo y fomentar la participación activa de todo el alumnado con la finalidad de resaltar la importancia de trabajar de forma conjunta.

3.4. Competencias

Las competencias clave a trabajar con las diferentes actividades incluidas en el proyecto, y que aparecen en el Real Decreto 1105/2014, se incluyen en la **Tabla 1**.

Tabla 1. Competencias clave trabajadas con la realización del proyecto.

Competencia	Acrónimo	Cómo se trabaja	Actividades
Comunicación lingüística	CCL	Trabajada durante todo el proyecto, tanto la expresión escrita como la expresión oral, mediante la realización de un cuaderno de anotaciones, varias infografías, un póster, reflexiones escritas, reflexiones orales, debates grupales, presentaciones y otro tipo de actividades	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21
Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología	CMCT	Presente en cada actividad al trabajar una o más materias de rama STEM de forma independiente o interdisciplinar, y relacionando los conceptos trabajados en clase con situaciones de la realidad	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19
Competencia digital	CD	Necesaria para la realización de pósters e infografías utilizando plataformas <i>on-line</i> , para la representación de gráficos con un <i>software</i> de hojas de cálculo y para buscar información en la red	5, 8, 13, 19
Aprender a aprender	CPAA	Desarrollada mediante la creación de material propio, la toma de decisiones de forma individual y grupal por parte de los alumnos y la reflexión del trabajo realizado	1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 21
Competencias sociales y cívicas	CSC	Al debatir situaciones de controversia ética y moral presentes en varios aspectos de la investigación para el desarrollo de un fármaco y en general al trabajar una enfermedad de impacto social como el cáncer	17, 19
Sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor	SIE	Mediante la resolución de problemáticas que se presentan a resolver por el grupo clase	4, 5, 7, 9, 11, 17, 18, 20
Conciencia y expresiones culturales	CEC	A través de la realización de diferentes actividades que buscan dotar al alumnado de un sentido de pertenencia a la sociedad	1, 5, 9, 12, 17, 19, 21

3.5. Contenidos, criterios de evaluación e indicadores de logro

La realización de un proyecto como el que se presenta en este trabajo, basado en la investigación y desarrollo de un fármaco contra el cáncer, permite tratar contenidos que no se encuentran en el currículum de secundaria a día de hoy, pero que son ejemplo de aplicaciones en la vida real de conceptos que sí que se estudian en la enseñanza obligatoria. Además, también muestra la interdisciplinaridad de las áreas científico tecnológicas y la necesidad de trabajar con un lenguaje común a nivel mundial: el inglés. Por otra parte, no se deben subestimar las ciencias artísticas y humanísticas, pues son imprescindibles para conseguir el objetivo final del proyecto. Finalmente, la ciencia siempre se ha visto influenciada por la ética de la sociedad, por lo que su implementación también permite la realización de varios debates de contenido ético. Con todo esto, los contenidos tratados se recogen en la **Tabla 2**, donde se indica el área general, los contenidos específicos de cada una y las actividades del proyecto en las que se tratan.

Tabla 2. Contenidos trabajados en las actividades del proyecto.

Área general	Contenidos específicos	Actividades
Cáncer	<ul style="list-style-type: none"> - Definición - Proceso de metástasis - Historia del cáncer - Causas y prevención: factor hereditario, tabaco, alcohol, dieta, sedentarismo, lactancia, factores ambientales, carcinógenos químicos, virus, bacterias... - Detección: pruebas analíticas y pruebas de imagen - Tratamiento: cirugía, radioterapia, quimioterapia, terapia dirigida, inmunoterapia, trasplantes, terapia hormonal - Población afectada 	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 21
Inmunología e inmunoterapia	<ul style="list-style-type: none"> - Estudio del sistema inmune: proteínas con función específica en la activación y desactivación de éste. - Terapia que consiste en la activación del sistema inmune. 	13
Fases del desarrollo de un fármaco	<ul style="list-style-type: none"> - Fase de descubrimiento - Fase pre-clínica - Fase clínica - Fase de aprobación por los organismos oficiales - Comercialización - Farmacovigilancia 	12, 13, 15, 16, 17, 19, 21

El mundo científico	<ul style="list-style-type: none"> - Importancia de colaborar con grupos de investigación - El inglés como vehículo de información - Mujeres en ciencia - Premios Nobel - Descubrimientos y curiosidades científicas 	1, 2, 8, 9, 10, 12, 18, 21
Área biológica	<ul style="list-style-type: none"> - La célula: unidad estructural, funciones, componentes, división celular - Núcleo celular: material genético, composición y estructura del ADN, mutaciones - Mitocondrias: función - Proteínas: composición, estructura y función 	2, 3, 5, 7, 13, 16
Área química	<ul style="list-style-type: none"> - Isótopos: definición, componentes y uso en detección del cáncer - Enlace químico: tipos e interacción proteína-compuesto - Átomos abundantes en la materia orgánica - Electronegatividad - Compuestos orgánicos e inorgánicos: formulación y nomenclatura - Reacciones químicas: reactivos y productos - Cálculo de cantidades: moles, masas atómicas, masas moleculares - Cálculo de concentraciones: molaridad - Concepto de densidad 	7, 13, 15, 16
Laboratorio de investigación	<ul style="list-style-type: none"> - Material de laboratorio químico y biológico: nombre y uso - Pictogramas de seguridad y peligrosidad - Técnicas de laboratorio 	14, 15, 16
Área matemática	<ul style="list-style-type: none"> - Cálculo de superficie - Cálculo estadístico - Uso de potencias - Operaciones con factores de conversión 	7, 8, 15, 16

Área informática	<ul style="list-style-type: none"> - Ofimática: elaboración de infografías con programas informáticos varios, representación de gráficos con un programa de cálculo - Búsqueda de información en la red - Simulador <i>on-line</i> de interacción proteína-compuesto 	5, 8, 13, 19
Inglés	<ul style="list-style-type: none"> - Vocabulario específico: cáncer, química, biología, conversaciones informales... - Redacción de un <i>e-mail</i> de carácter formal: estructura, vocabulario, gramática 	8, 10, 18
Área artes plásticas	<ul style="list-style-type: none"> - Diseño y ejecución libre de un logo - Elaboración de un eslogan publicitario - Construcción de una caja en 3D que simule el embalaje de un medicamento. 	11, 20
Ética	<ul style="list-style-type: none"> - La ética en la experimentación animal: modelos animales, testar fármacos, testar cosméticos - La ética en los ensayos clínicos 	17, 19

Los criterios de evaluación establecidos para el presente proyecto y los indicadores de logro que se evaluarán al final de su realización se recogen en la **Tabla 3**, en relación a los objetivos que se pretenden alcanzar.

Tabla 3. Objetivos, criterios de evaluación e indicadores de logro.

Objetivos	Criterios de evaluación	Indicadores de logro
O.E.1.	C.E.1.1. Desarrollar una actitud positiva frente al cáncer y concienciarse de la importancia de conocer y comprender los aspectos básicos para afrontar las situaciones futuras que puedan presentarse.	I.L.1.1.1. Muestra una actitud positiva frente al proyecto y a los compañeros al participar activamente en la realización de las actividades.
		I.L.1.1.2. Entiende la importancia de investigar en equipo y conocer los aspectos generales y específicos de la enfermedad del cáncer.
O.E.2.	C.E.2.1. Conocer y trabajar los diferentes conceptos químicos, biológicos y sociales relacionados con los aspectos básicos del cáncer como definición, historia, causas, prevención, detección, tratamiento, población afectada, proceso de metástasis.	I.L.2.1.1. Analiza, extrae y comprende la información relevante sobre la aparición, desarrollo e historia del cáncer.
		I.L.2.1.2. Diferencia los procesos celulares de ciclo celular y división celular en células tumorales y en células sanas.
		I.L.2.1.3. Comprende y explica el proceso de la metástasis.
		I.L.2.1.4. Conoce y expone las diferentes causas responsables del desarrollo del cáncer y las acciones que pueden llevarse a cabo para prevenirlo.
		I.L.2.1.5. Reconoce la terminología de las técnicas de detección más comunes para detectar la presencia de células tumorales, las pruebas que se realizan y los equipos utilizados.
		I.L.2.1.6. Identifica y traduce el léxico complejo propio de los tratamientos clínicos usados en oncología a un registro más común.
		I.L.2.1.7. Analiza y extrae conclusiones a partir la estadística de la población afectada por algún tipo de cáncer.
O.E.3.	C.E.3.1. Establecer una relación entre la materia propia de las diferentes áreas científico-tecnológicas.	I.L.3.1.1. Resalta la importancia de conocer conceptos químicos y biológicos en la síntesis química y evaluación biológica de la acción anti-tumoral de un compuesto.
		I.L.3.1.2. Destaca la necesidad de tener conocimientos sobre las TIC en el campo de la investigación de desarrollo de un fármaco, por ejemplo para evaluar la

		interacción molecular entre el compuesto y la diana terapéutica.
O.E.4.	C.E.4.1. Asociar conceptos académicos de asignaturas como Biología y Geología, Física y Química, Matemáticas, Informática, Inglés y Educación Plástica, Visual y Audiovisual, con su aplicación y utilidad en la vida real y, en concreto, en el proceso de desarrollo de un fármaco.	I.L.4.1.1. Establece una relación entre la teoría impartida en las diferentes asignaturas de la Educación Secundaria Obligatoria y su aplicación en el campo de la investigación para el desarrollo de un fármaco.
		I.L.4.1.2. En el campo de la biología: diferencia entre célula sana y célula tumoral en base a aspectos como el ciclo celular y la división celular; describe la estructura y función del material genético; desarrolla el significado de mutación y su relevancia en el campo del cáncer; identifica las mitocondrias dentro de la célula y su función, utilizada en un ensayo biológico; reconoce y describe la composición, estructura y función de las proteínas, y reconoce algunas estudiadas en inmunología.
		I.L.4.1.3. En el área de la química: define isótopo y su aplicación en la detección del cáncer; enumera los tipos de enlace químico e identifica aquellos formados en la interacción diana terapéutica-compuesto orgánico; reconoce los átomos más abundantes del cuerpo humano; define electronegatividad y hace uso de ella para extraer conclusiones en los ensayos de interacción; formula y nombra compuestos inorgánicos y orgánicos utilizados en la síntesis y evaluación biológica de un compuesto orgánico; identifica los reactivos y productos de la reacción química para la síntesis de los compuestos seleccionados; calcula cantidades en masa y moles a partir de masas moleculares y atómicas; calcula concentraciones de molaridad necesarias para los ensayos biológicos; utiliza el concepto de densidad para determinar en qué disolvente se encuentra el compuesto orgánico deseado.
		I.L.4.1.4. En el área matemática: realiza cálculos numéricos de superficie para determinar la dosis de un medicamento; calcula el tamaño de un tumor teniendo en cuenta una escala; extrae datos

		estadísticos de la población afectada por un cáncer; hace uso de potencias para trabajar con cantidades pequeñas de mg y μL ; utiliza factores de conversión para cambiar de unidades.
		I.L.4.1.5. En el campo de la informática: utiliza varias herramientas de <i>software</i> para crear contenido audiovisual y para representar gráficos; busca información relevante para la investigación en la red.
		I.L.4.1.6. En el uso del idioma inglés: aprende vocabulario específico de las diferentes ramas científicas trabajadas; redacta un e-mail de carácter formal teniendo en cuenta la estructura, el vocabulario y la gramática, para entablar relaciones de trabajo un grupo de investigación extranjero.
		I.L.4.1.7. En ámbito de las ciencias artísticas: diseña un logo común para el grupo de investigación; elabora un eslogan publicitario y el embalaje final del fármaco.
O.E.5.	C.E.5.1. Crear conciencia sobre las causas conocidas responsables de la aparición de algunos tipos de cáncer y proporcionar información sobre modos de prevención de algunos de éstos.	I.L.5.1.1. Busca, recoge y selecciona información acerca de causas responsables del desarrollo de un cáncer y sobre cómo pueden evitarse. I.L.5.1.2. Genera contenido visual mediante herramientas informáticas on-line que muestre la información seleccionada. I.L.5.1.3. Expone la información presentada en el póster de manera clara y mostrando comprensión del contenido generado.
O.E.6.	C.E.6.1. Proporcionar argumentos de diferentes posturas y desarrollar una actitud crítica frente a temas controvertidos como la experimentación animal y los voluntarios en Fase I de ensayos clínicos.	I.L.6.1.1. Busca, redacta y trabaja argumentos en contra y a favor de varios temas éticos relacionados con las fases pre-clínica y clínica del desarrollo de un fármaco. I.L.6.1.2. Reflexiona acerca de la experimentación en animales para testar fármacos y/o productos cosméticos y crea una opinión al respecto. I.L.6.1.3. Comprende la importancia de la elección del modelo animal en la fase experimental. I.L.6.1.4. Crea una opinión propia acerca de remunerar a los voluntarios sanos

		que se presentan a un ensayo clínico, valorando diferentes aspectos. Busca y lee información acerca del caso específico de Henrietta Lacks y genera una opinión al respecto.
O.E.7.	C.E.7.1. Despertar el interés por la investigación, en general, y en cáncer, en particular, y destacar su aportación vital a la sociedad. Destacar también el papel de la mujer en la ciencia.	I.L.7.1.1. Reflexiona acerca del proyecto de investigación realizado y de la aportación en ciencia y salud que supone para la sociedad. Descubre varias científicas que han aportado significativamente al desarrollo de la ciencia.
O.E.8.	C.E.8.1. Numerar, nombrar y explicar las fases de desarrollo de un fármaco, desde su descubrimiento hasta su comercialización.	I.L.8.1.1. Ordena cronológicamente las fases de desarrollo de un fármaco.
		I.L.8.1.2. Identifica los procesos y ensayos que se llevan a cabo en cada una de las fases.
		I.L.8.1.3. Conoce el término diana terapéutica, la función que se le atribuye en la fase de descubrimiento y el estudio de la interacción entre la diana y un compuesto orgánico de bajo peso molecular.
		I.L.8.1.4. Asimila la importancia de realizar pruebas experimentales con animales para testar fármacos en la fase pre-clínica y enumera varios factores a tener en cuenta a la hora de elegir el modelo animal.
		I.L.8.1.5. Numera y explica las tres fases de ensayos clínicos en humanos, incluyendo el tipo y el número de participantes.
		I.L.8.1.6. Conoce el significado de las siglas FDA y EMA y la función que desempeñan estos organismos en el desarrollo de un fármaco.
		I.L.8.1.7. Entiende el significado del término farmacovigilancia y en qué consisten los estudios realizados en esta fase.
	C.E.8.2. Comprender el estudio de la inmunología en la lucha contra el cáncer y el modo de acción de los fármacos de inmunoterapia.	I.L.8.2.1. Describe el estudio de la inmunología como una ciencia que investiga y analiza aspectos del sistema inmune para comprender su función y acción, en concreto en el estudio de la enfermedad del cáncer.
		I.L.8.2.2. Explica el mecanismo de acción de los fármacos empleados en tratamientos de inmunoterapia.

O.E.9.	C.E.9.1. Identificar el nombre, aspecto y uso del material y equipos de un laboratorio químico y de un laboratorio biológico utilizados en la fase de descubrimiento del desarrollo de un fármaco.	I.L.9.1.1. Identifica, nombra y conoce el uso del material y equipos de un laboratorio químico necesarios para síntesis química y purificación de un compuesto orgánico en la fase de descubrimiento.
	C.E.9.2. Asignar los pictogramas de seguridad y peligrosidad indicados en reactivos químicos con su significado.	I.L.9.1.2. Identifica, nombra y conoce el uso del material y equipos de un laboratorio biológico necesarios para la evaluación biológica de la acción anti-tumoral de un compuesto orgánico en la fase de descubrimiento.
	C.E.9.3. Reconocer varias de las técnicas empleadas en un laboratorio químico para la síntesis y purificación de un compuesto orgánico.	I.L.9.2.1. Asigna los pictogramas de seguridad y peligrosidad con su significado.
O.E.10.	C.E.10.1. Comprender la importancia de adquirir, desarrollar y dominar el idioma inglés dentro de la comunidad científica por su carácter internacional y valorar el intercambio de conocimientos a nivel global.	I.L.9.3.1. Reconoce las técnicas de síntesis orgánica mediante una reacción química, extracción del compuesto orgánico de la mezcla de reacción y purificación del compuesto por columna.
		I.L.10.1.1. Muestra interés por comprender el vocabulario científico inglés con el que se trabaja.
O.E.11.	C.E.11.1. Destacar los beneficios obtenidos y las habilidades desarrolladas al trabajar de forma grupal persiguiendo un mismo objetivo, y fomentar la participación activa de los compañeros buscando la inclusión de los menos participativos y el aprendizaje conjunto.	I.L.10.1.2. Destaca la necesidad de entablar relaciones internacionales con otros grupos de investigación para conseguir el mismo objetivo de desarrollar un fármaco contra el cáncer.
		I.L.11.1.1. Desarrolla habilidades de trabajo en grupo e identifica las ventajas de trabajar de forma conjunta para conseguir un mismo objetivo final.
		I.L.11.1.2. Fomenta la participación activa de los compañeros, ayudando a aquellos menos activos para favorecer el aprendizaje significativo de forma grupal.

3.6. Herramientas utilizadas para la creación del material didáctico

Para la creación del material didáctico que se adjunta en los anexos de este documento se ha hecho uso de varias herramientas digitales que cuentan con versiones gratuitas disponibles para cualquier público.

Los *stickers* y emoticonos de los tres personajes que acompañan a los alumnos investigadores a lo largo del proyecto se han diseñado con la aplicación de Android para móviles *Bitmoji App*. Esta aplicación permite crear avatares con el físico deseado que después aparecen en la función del teclado, adoptando diferentes formas de *stickers* y emoticonos. En este caso se ha utilizado la aplicación de mensajería *WhatsApp* para la elección y envío de las capturas utilizadas.

Para la creación de la sopa de letras de la actividad 14 se ha utilizado la herramienta *on-line* intuitiva que ofrece la página web <https://www.educima.com/wordsearch.php>, en la que puedes elegir las palabras y dificultad del juego deseada y generar automáticamente la sopa de letras.

Las figuras de los compuestos orgánicos se han representado con la herramienta de software *ChemDraw*, especializada en contenido del área de química orgánica. La Universitat Jaume I cuenta con la licencia que permite acceder a una versión más extensa de la aplicación, aunque también existe una versión *on-line* abierta al público en la dirección <https://chemdrawdirect.perkinelmer.cloud/js/sample/index.html>.

Finalmente, para el diseño del resto de contenido digital, que incluye mayoritariamente infografías, imágenes visuales para hacer más atractivo el contenido y el tablero del juego de *Las Fases* de la actividad 12, se han empleado las plataformas *on-line* *Canva* y *Biorender* (<https://www.canva.com/> y <https://biorender.com/>). *Canva* incluye elementos de uso cotidiano y permite descargar el contenido generado como imágenes con varias extensiones o en formato PDF. *Biorender* es una web especializada en contenido del área científica, en especial de investigación biológica, pero también incluye plantillas y elementos del área química.

4. ORIENTACIONES METODOLÓGICAS

Con el objetivo de profundizar en el aprendizaje competencial para formar individuos capaces de desenvolverse en cualquier ámbito social, el presente proyecto se ha diseñado siguiendo el modelo didáctico centrado en la actividad del alumno y de aprender a aprender, evitando por completo el enfoque centrado en la actividad del docente.

El modelo didáctico centrado en el alumno y en aprender a aprender tiene como objetivo la adquisición de aprendizajes significativos, a largo plazo, que permitan al alumnado buscar soluciones a situaciones concretas. Además, persigue un aprendizaje pro-activo en el que destaca la comunicación multidireccional: profesor-alumno, alumno-profesor y alumno-alumno. En este caso también se incluye el canal profesor-profesor, pues el proyecto trata contenidos de varias materias y para una mejor ejecución e implementación del proyecto sería recomendable la participación de varios docentes, fomentando así la codocencia. Este modelo también se caracteriza por trabajar contenidos lógicos y secuenciales mediante trabajos colaborativos que incluyan la búsqueda conjunta de soluciones a problemas, consiguiendo así desarrollar la autonomía del alumnado, la creatividad, la toma de decisiones y la capacidad de auto-evaluación.

Algunas de las metodologías (**Figura 1**) que encajan perfectamente con el modelo didáctico elegido y que se aplican en la mayor parte de las actividades diseñadas para este proyecto son: metodologías de aprendizaje cooperativo, metodologías de participación activa y *gamificación*.



Figura 1. Metodologías para aprender a aprender.

4.1. Aprendizaje cooperativo

La metodología de aprendizaje cooperativo es la más utilizada en el presente proyecto, ya que se ajusta perfectamente al modelo didáctico elegido pues, según Sharan (2014), requiere un cambio actitudinal tanto por parte del profesorado como por parte del alumnado, de forma que el profesor deja de ser el centro de atención del proceso enseñanza-aprendizaje y permite que el alumnado sea el que aprenda cooperando con sus iguales. Para favorecer este intercambio de conocimientos entre iguales, se debe organizar a la clase en grupos pequeños, de un máximo de 5 miembros y según Johnson *et al.* (2014) debe existir una interacción entre cinco elementos: interdependencia positiva, interacción estimuladora cara a cara, responsabilidad individual, entrenamiento de habilidades interpersonales en grupos pequeños y evaluación grupal. Por su parte, Spencer Kagan (2011) también habla de cuatro principios básicos que debe cumplir el aprendizaje cooperativo: interdependencia positiva, responsabilidad individual, igualdad de participación e interacción simultánea. Slavin (2014), a su vez, señala cuatro factores responsables del éxito de esta metodología: motivación, cohesión social, desarrollo cognitivo y elaboración cognitiva.

Para cumplir todos los aspectos que definen actualmente a la metodología de aprendizaje cooperativo, se han aplicado diferentes técnicas cooperativas como *Lápices al centro*, *1, 2, 4*, *parejas cooperativas de lectura* y *Puzzle de Aronson* (Kagan, 1999; 2011; Pujolàs, 2009; García y Zariquiey; Aronson *et al.*, 1978).

4.2. Participación activa

La participación activa del alumnado en el proceso de enseñanza-aprendizaje es uno de los pilares fundamentales del trabajo competencial, junto con integrar conocimientos, actuar de forma autónoma y eficaz, actuar de manera contextualizada y aprender de forma continua, como bien indican múltiples autores en sus trabajos (Fernández, 2006; Granero-Gallegos, 2020; Zabala y Arnau, 2007).

Las actividades que incluyen una metodología de aprendizaje cooperativo también pueden considerarse de participación activa, aunque como se ha explicado en el punto anterior, deben cumplir otros requisitos, como incluir una parte individual. Otras actividades integradas en el

proyecto que necesitan de la participación activa de todo el grupo clase son: *Role-playing*, discusión en grupo y varias dinámicas de grupo.

4.3. Gamificación

Con el impulso del uso de las TIC en la sociedad en la que vivimos y la inclusión progresiva de éstas en el aula, la metodología de *gamificación* se encuentra en pleno auge. El ejemplo más conocido es el de la plataforma *Kahoot!*, para la realización de concursos con preguntas y respuestas y tratar los contenidos del aula de una forma más atractiva para el alumnado.

En este proyecto se ha implementado la metodología de *gamificación* desde un enfoque más tradicional, pero buscando el mismo objetivo de aprender jugando de forma divertida e interaccionando con iguales. En lugar de hacer uso de herramientas digitales, que pudiese dificultar el desarrollo del proyecto en centros con situaciones socioeconómicas más complicadas, se han adaptado juegos tradicionales como el juego de detectar parejas, el juego de *La Oca* y *El Trivial* o juegos de adivinar dibujos y mímica, para tratar los contenidos específicos del proyecto.

La actividad 12, por ejemplo, incluye un tablero basado en las casillas de *La Oca* para enseñar las fases del desarrollo de un fármaco, por lo que recibe el nombre de *Las Fases*. Además, al ser un diseño original, se han incluido otros temas de interés científico para despertar el interés por la ciencia: premios Nobel, mujeres científicas con grandes descubrimientos, curiosidades de animales, modelos animales usados en experimentación animal, libros científicos o material de laboratorio.

5. DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL DIDÁCTICO

En el siguiente apartado del documento se incluye una descripción del material didáctico diseñado para la realización del proyecto global.

El proyecto se presenta al alumnado como un juego de rol en que todos ellos serán investigadores que formarán parte del mismo grupo de investigación en cáncer y estarán acompañados por tres personajes: Laura, la jefa del grupo; Mike, un experto en medios de comunicación y audiovisuales; y Natalie, traductora y nativa inglesa.

El proyecto se inicia con la gran noticia de Laura de la publicación oficial de una nueva convocatoria europea de ayudas económicas para el desarrollo de un fármaco. Para poder solicitar la ayuda se debe elaborar un vídeo en el que se expliquen los aspectos de la enfermedad para la cual se destinaría el fármaco. Por este motivo, en la primera parte del proyecto los investigadores deberán repasar y trabajar los aspectos básicos del cáncer y elaborar contenido visual que poder adjuntar y explicar en el vídeo de la solicitud.

Una vez acabado y enviado el vídeo, Laura les comunica la gran noticia de haberles sido concedida la ayuda económica, por lo que formarán parte del desarrollo de un fármaco contra el cáncer. En un primer lugar identificarán las diferentes fases y en qué consisten cada una de ellas, y después participarán de una forma más activa en la fase de descubrimiento, por tener acceso al material y equipos de investigación necesarios. No obstante, seguirán pendientes del avance del compuesto orgánico desarrollado en las fases posteriores hasta su aprobación por los organismos oficiales FDA y EMA. Como recompensa final, serán los encargados de elaborar el embalaje final del fármaco y dar con un eslogan publicitario. De esta manera, el proyecto acabará con un producto material como recuerdo del gran trabajo de investigación realizado.

En la **Figura 2** se muestra un esquema con la planificación global del proyecto y las actividades de cada apartado.

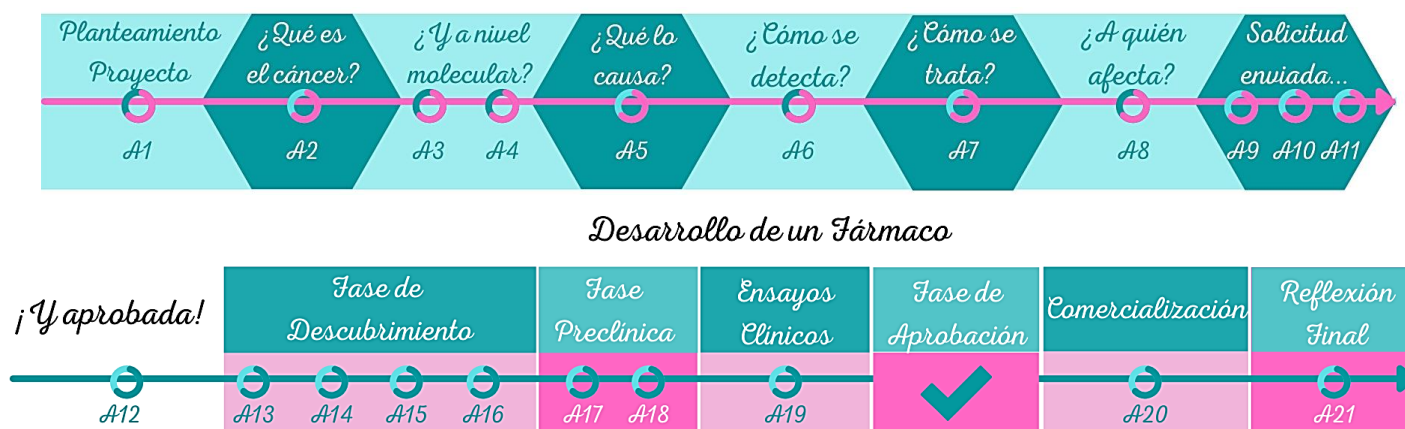


Figura 2. Planificación global del proyecto y actividades de cada apartado.

En el **Anexo I** se adjunta una tabla por cada una de las actividades planteadas (**Tablas 5 – 25**) que incluyen: título, temporalización propuesta, justificación, contenidos, competencias y objetivos trabajados, ODS (actividades 5 y 12), metodología empleada, material necesario, descripción de la actividad y una indicación de cómo se evaluará.

El material didáctico diseñado que se implementaría en la clase se recoge en el *Cuaderno del Investigador* que aparece en el **Anexo II**. Cada alumno contará con un cuaderno para la realización de las diferentes actividades planteadas en el proyecto. No obstante, en la mayor parte se aplican metodologías cooperativas donde los investigadores deberán trabajar de forma grupal, por lo que en algunas de ellas el contenido que elaborarán no podrá incluirse de forma individual en el cuaderno.

6. EVALUACIÓN

En la introducción de este trabajo se han desarrollado las tres apuestas novedosas que incluirá en currículo educativo en los años venideros. La más destacada y que será el eje principal es la profundización en el aprendizaje por competencias.

Sin embargo, no puede haber un cambio en los contenidos y la enseñanza de éstos sin un cambio simultáneo en el proceso de evaluación, pues según Cano (2008) la evaluación es efecto y causa de los aprendizajes. De hecho, esta autora señala que la evaluación condiciona al currículo y puede suponer una herramienta para la innovación de los aprendizajes formativos y significativos. Jaimes y Callejas (2009) añaden, a su vez, que la evaluación competencial debe contemplar el saber, el saber hacer, y el saber ser. Este enfoque se ajusta en gran medida a los objetivos del trabajo competencial, pues con él se pretende que el alumnado no solo adquiera conocimientos específicos de las diferentes materias (saber) sino que sepa integrarlos y aplicarlos en situaciones reales (saber hacer) y que también adquiera y domine aquellos conocimientos que le formen como un ciudadano capaz de desenvolverse en el mundo actual (saber ser).

Knust y Gómez (2009) describen la evaluación como un proceso multidimensional, donde no solo se debe considerar el resultado final, sino el proceso global. También ellos coinciden con Cano en las posibilidades que ofrece el proceso de evaluación para el desarrollo de los aprendizajes, pues permite incluir al estudiantado haciéndole consciente de las competencias adquiridas mediante reflexiones, autoevaluaciones y autorregulaciones del aprendizaje.

Por su parte, Álvarez y Villardón (2006) se centran en un factor más concreto, los criterios de evaluación. Según ellos es importante determinar criterios evaluativos comparativos que permitan analizar, interpretar y juzgar adecuadamente la información recogida a partir de la ejecución de las actividades.

Tomando todas estas indicaciones como referencia y teniendo en cuenta la complejidad de la evaluación por competencias, se ha diseñado una evaluación para el presente proyecto en la que toman parte tanto el profesorado como el alumnado. Incluye a su vez un apartado de evaluación del progreso global de cada estudiante, y otro para evaluar los indicadores del logro a conseguir mediante la realización de cada actividad. En adición, las dos actividades de más peso serán evaluadas especificando las competencias trabajadas e incluirán una auto-evaluación y una co-evaluación del alumnado.

Cabe destacar que la evaluación competencial encaja adecuadamente con el material didáctico diseñado tanto por los contenidos como por la metodología empleada. La temática de investigación en cáncer es un reto presente en la actualidad y los profesionales de este campo hacen uso de todas las competencias clave en el día a día, hecho que se ha intentado plasmar en cada una de las actividades. No obstante, la pieza clave ha sido la implementación de las metodologías de aprendizaje cooperativo, participación activa y *gamificación*, que han permitido el desarrollo de las competencias más olvidadas: la competencia de aprender a aprender, las competencias sociales y cívicas, sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor y conciencia y expresiones culturales.

En la **Figura 3** se muestra un esquema del proceso de evaluación diseñado para el proyecto.



Figura 3. Esquema explicativo de la evaluación del proyecto.

Todas las actividades excepto las de reflexión (1 y 21), la actividad 5 y la actividad 9, serán evaluadas por el profesor mediante las rúbricas que aparecen en el **Anexo III**. En ellas se relaciona cada actividad con los indicadores de logro correspondientes y los elementos a evaluar. Cada actividad se puntuará del 0 al 3 según el grado de ejecución indicado para cada

puntuación. La **Rúbrica A** se aplicará en las actividades que cuentan con una parte individual y una parte grupal. Cada parte se puntuará sobre 3, y posteriormente se hará una media de las 2. La **Rúbrica B** se aplicará en las actividades individuales y la **Rúbrica C** en las actividades grupales.

Las actividades 5 y 9 se evaluarán desde tres perspectivas con ayuda del **Cuestionario A** que se adjunta en el **Anexo IV**; evaluación del profesor, evaluación de los compañeros y auto-evaluación. Este documento incluye una tabla con las competencias trabajadas y aspectos a valorar con puntuaciones del 0 al 4. También incluye un segundo apartado para escribir comentarios o anotaciones, en el caso de la evaluación del profesor y de las co-evaluaciones del alumnado, o para escribir una reflexión acerca del trabajo realizado, con una guía de preguntas que pueden ser de ayuda. No obstante, aunque en el cuestionario no aparezcan los indicadores de logro de cada actividad, sí que se indican en las tablas de actividades del **Anexo I**.

La evaluación completa de todas las actividades tendrá una puntuación máxima de 7 sobre la nota final del proyecto que será máximo un 10. Las actividades 5 y 9 tendrán más puntuación por la complejidad que presentan (**ver Tabla 4**).

La actuación individual de cada alumno en la realización global del proyecto será evaluada por parte del profesor y por cada alumno (auto-evaluación) al finalizar. El profesor evaluará el progreso de cada estudiante a partir de las reflexiones iniciales y finales de las actividades 1 y 21 y mediante la observación y toma de anotaciones en el diario del profesor durante el desarrollo del proyecto en el aula. La puntuación máxima serán dos puntos de la nota final del proyecto (**ver Tabla 4**). Los alumnos también deberán asignarse una puntuación entre 0 y 10 valorando el trabajo global realizado, teniendo en cuenta su aprendizaje y las reflexiones iniciales y finales. Esta puntuación tendrá un valor máximo de 1 punto en la nota final (**ver Tabla 4**).

Finalmente, los alumnos evaluarán el proyecto global mediante el **Cuestionario B** que se adjunta en el **Anexo V** como retroalimentación para la mejora de éste en implementaciones futuras y también para evaluar si se han cumplido los objetivos del proyecto. Este cuestionario no se verá reflejado en la nota final del proyecto porque no es una evaluación de la actuación del alumnado, sino una evaluación que realizan los alumnos del proyecto para su mejora.

En la **Tabla 4** se recoge la puntuación global del proyecto y la contribución de cada uno de los apartados valorados en el proceso total de evaluación.

Tabla 4. Evaluación del proyecto y puntuación final.

Evaluación sobre 10						
Específica	Actividades	5 y 9 (30%)	Co-evaluación (30%)	80 puntos máx.	PCo x 10 /80	(PCo x 0,3 + PAuto x 0,1 + PProf x 0,6) x 0,3 + PResto x 0,4
			Auto-evaluación (10%)	80 puntos máx.	PAuto x 10 /80	
			Profesor (60%)	80 puntos máx.	PProf x 10 /80	
		Resto (40%)	51 puntos máx.		PResto x 10 /51	
Global	Profesor (20%)				10 máx	Prof. Glo. X 0,2
	Alumno (10%)				10 máx	Alum. Glo. X 0,1
Puntuación final total						Activ. (máx. 7) + Prof. Glo. (máx. 2) + Alum. Glo. (máx. 1)

7. CONCLUSIONES Y PROPUESTAS DE MEJORA

El proyecto que se presenta en este trabajo ha supuesto un reto personal en muchos aspectos. En el planteamiento inicial sabía que quería trabajar el tema del cáncer en la etapa secundaria porque considero que es una enfermedad muy temida y este hecho se debe principalmente al desconocimiento. Puede ser una enfermedad muy cruel y a la vez puede ser solo un susto en la vida, por eso es importante detectarlo a tiempo y afrontar cualquier situación que se presente con valor, optimismo y actitud abierta al conocimiento.

Por otra parte, y como actual estudiante de doctorado en ciencias, quería introducir la investigación científica en el aula, pues considero que aún unos valores muy importantes en el desarrollo personal de cualquier individuo. Para investigar debes ser curioso, inquieto, participativo, colaborativo, abierto a propuestas, tener presente la ética en muchos aspectos y, sobre todo, formas parte de una comunidad científica a nivel mundial.

El primer reto lo encontré a la hora de tener que adaptar todos esos conocimientos científicos a un nivel de 3º – 4º ESO. Para ello, encontré una gran ayuda en las metodologías cooperativas, participativas y, en especial, en los juegos versionados a partir de otros muy conocidos.

El segundo reto apareció cuando ya había diseñado la mitad de las actividades que, al tratarse de materiales didácticos elaborados completamente por mí, pensé que no llegaría a tiempo de diseñar todo el proyecto que tenía en mente. Sin querer sonar pretenciosa, considero que he invertido mucho tiempo en la elaboración de este proyecto y que todo el material muestra realmente el trabajo y la dedicación que hay detrás.

Del tercer reto he aprendido bastante. Este llegó con el planteamiento de la evaluación, y es que no pensé en la evaluación hasta que ya había diseñado todo el material y las actividades. Por este motivo, tuve que ajustar la evaluación al contenido del que ya disponía, queriendo, además, prestar atención al desarrollo competencial que, considero, puede ser un gran acierto.

Tras analizar el conjunto del proyecto, creo que es un gran trabajo que realmente podría implementarse en el aula para mejorar las competencias y aprendizajes del alumnado, tanto por la temática que incluye, como por la forma de trabajarla y evaluarla. Aun así, soy consciente de que tras su implementación aparecerían muchos aspectos a mejorar, y espero que fuese así, pues el proyecto propuesto peca un poco de pretencioso, y por eso no todos los aspectos mencionados han podido trabajarse o evaluarse de la mejor forma.

Por una parte, en la introducción se incluye el ODS 3, de salud y bienestar. Este ODS aparece en dos actividades, pero no se trabaja realmente, sino que simplemente se relaciona con la ejecución de la actividad por los contenidos que trabaja. Tampoco aparece de forma explícita en la evaluación de las actividades correspondientes. Por ello, un punto de mejora sería incluir de forma más adecuada las metas del objetivo mencionado, e incluso relacionar partes del proyecto con otros objetivos de desarrollo sostenible, y diseñar un proceso de evaluación que se ajustase adecuadamente a los contenidos tratados.

La propuesta de evaluación también podría mejorarse en varios aspectos. Es la primera vez que diseño una evaluación por competencias y, aun habiendo consultado la bibliografía, no estoy segura de haber evaluado correctamente el aprendizaje competencial.

Finalmente, la mejor forma de encontrar propuestas de mejora sería poniendo en práctica el proyecto en el aula. Tanto el profesor como los alumnos ayudarían a identificar los puntos de mejora durante la realización de las actividades.

8. BIBLIOGRAFÍA Y WEBGRAFÍA

Álvarez, C. y Villardón, L. (2006). *Planificar desde competencias para promover el aprendizaje. El reto de la sociedad del conocimiento para el profesorado universitario*. Cuadernos Monográficos del ICE, 12. Bilbao, España: Universidad de Deusto, Servicio de Publicaciones.

American Cancer Society. (s. f.). *Cómo funcionan los medicamentos de quimioterapia*. ACS. Recuperado 10 de junio de 2021, de <https://www.cancer.org/es/tratamiento/tratamientos-y-efectos-secundarios/tipos-de-tratamiento/quimioterapia/como-funcionan-los-medicamentos-de-quimioterapia.html>

American Cancer Society. (s. f.). *Cómo se usa la cirugía de cáncer*. ACS. Recuperado 10 de junio de 2021, de <https://www.cancer.org/es/tratamiento/tratamientos-y-efectos-secundarios/tipos-de-tratamiento/cirugia/como-se-usa-la-cirugia-contr-el-cancer.html>

American Cancer Society. (s. f.). *Cómo se usa la quimioterapia para tratar el cáncer*. ACS. Recuperado 10 de junio de 2021, de <https://www.cancer.org/es/tratamiento/tratamientos-y-efectos-secundarios/tipos-de-tratamiento/quimioterapia/como-la-quimioterapia-es-usada-para-tratar-el-cancer.html>

American Cancer Society. (s. f.). *Cómo se usa la radioterapia para tratar el cáncer*. ACS. Recuperado 10 de junio de 2021, de <https://www.cancer.org/es/tratamiento/tratamientos-y-efectos-secundarios/tipos-de-tratamiento/radioterapia/conceptos-basicos.html>

American Cancer Society. (s. f.). *Cómo se usan las terapias dirigidas para tratar el cáncer*. ACS. Recuperado 10 de junio de 2021, de <https://www.cancer.org/es/tratamiento/tratamientos-y-efectos-secundarios/tipos-de-tratamiento/terapia-dirigida/como-se-usa-la-terapia-dirigida.html>

American Cancer Society. (s. f.). *Inmunoterapia*. ACS. Recuperado 15 de junio de 2021, de <https://www.cancer.org/es/tratamiento/tratamientos-y-efectos-secundarios/tipos-de-tratamiento/inmunoterapia.html>

American Cancer Society. (s. f.). *Técnicas de cirugía menos invasivas para el cáncer*. ACS. Recuperado 10 de junio de 2021, de <https://www.cancer.org/es/tratamiento/tratamientos-y-efectos-secundarios/tipos-de-tratamiento/cirugia/tecnicas-quirurgicas-especiales.html>

American Cancer Society. (s. f.). *Terapia hormonal*. ACS. Recuperado 15 de junio de 2021, de <https://www.cancer.org/es/tratamiento/tratamientos-y-efectos-secundarios/tipos-de-tratamiento/terapia-hormonal.html>

American Cancer Society. (s. f.). *Trasplante de células madre o médula ósea*. ACS. Recuperado 15 de junio de 2021, de <https://www.cancer.org/es/tratamiento/tratamientos-y-efectos-secundarios/tipos-de-tratamiento/trasplante-de-celulas-madre.html>

- Aronson, E., et al. (1978). *The Jigsaw Classroom*. Beverly Hills, California: Sage Publications.
- Asamblea General de las Naciones Unidas (2015). *Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. Recuperado de: <https://www.agenda2030.gob.es/>
- Biologia-geologia.com. (s. f.). Ciclo celular: Interfase y división celular. biologia-geologia. Recuperado 20 de junio de 2021, de https://biologia-geologia.com/BG4/16_ciclo_celular.html
- Biologia-geologia.com. (s. f.). Mitosis: Profase, Metafase, Anafase y Telofase. Biologia-geologia. Recuperado 20 de junio de 2021, de https://biologia-geologia.com/BG4/161_mitosis.html
- Biologia-geologia.com. (s. f.). [Fotografías de las diferentes fases de la mitosis: profase, metafase, anafase y telofase]. https://biologia-geologia.com/BG4/161_mitosis.html
- Cano, M. E. (2008). La evaluación por competencias en la educación superior. *Profesorado*, 12(3), 1-16. Recuperado de: <https://www.ugr.es/>
- CEFIRE (s.f.). *Documento Puente de Secundaria de la Comunidad Valenciana de Biología y Geología 3ºESO*. Recuperado de: https://mestreacasa.gva.es/c/document_library/get_file?folderId=500014709202&name=DLFE-931892.pdf
- CEFIRE (s.f.). *Documento Puente de Secundaria de la Comunidad Valenciana de Biología y Geología 4ºESO*. Recuperado de: https://mestreacasa.gva.es/c/document_library/get_file?folderId=500014709202&name=DLFE-931893.pdf
- CEFIRE (s.f.). *Documento Puente de Secundaria de la Comunidad Valenciana de Educación Plástica y Audiovisual 4ºESO*. Recuperado de: https://mestreacasa.gva.es/c/document_library/get_file?folderId=500014770241&name=DLFE-949459.pdf
- CEFIRE (s.f.). *Documento Puente de Secundaria de la Comunidad Valenciana de Física y Química*. Recuperado de: https://mestreacasa.gva.es/c/document_library/get_file?folderId=500014770347&name=DLFE-931995.pdf
- CEFIRE (s.f.). *Documento Puente de Secundaria de la Comunidad Valenciana de Matemáticas académicas*. Recuperado de: https://mestreacasa.gva.es/c/document_library/get_file?folderId=500014770324&name=DLFE-940510.pdf
- CEFIRE (s.f.). *Documento Puente de Secundaria de la Comunidad Valenciana de Primera Lengua Extranjera: Inglés*. Recuperado de: https://mestreacasa.gva.es/c/document_library/get_file?folderId=500014770250&name=DLFE-940560.pdf
- Decreto 136/2015, de 4 de septiembre, del Consell, por el que se modifican el Decreto 108/2014, de 4 de julio, del Consell, por el que se establece el currículo y desarrolla la ordenación general de la Educación Primaria en la Comunitat Valenciana, y el Decreto 87/2015, de 5 de junio, del Consell, por el que se establece el currículo y se desarrolla la ordenación

- general de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato en la Comunitat Valenciana. *Diari Oficial de la Generalitat Valenciana*, 7611, de 9 de septiembre de 2015.
- Decreto 51/2018, de 27 de abril, del Consell, por el que se modifica el Decreto 87/2015, por el que establece el currículo y desarrolla la ordenación general de la educación secundaria obligatoria y del bachillerato en la Comunitat Valenciana. *Diari Oficial de la Generalitat Valenciana*, 8284, de 30 de abril de 2018.
- Decreto 87/2015, de 5 de junio, del Consell, por el que establece el currículo y desarrolla la ordenación general de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato en la Comunitat Valenciana. *Diari Oficial de la Comunitat Valenciana*, 7544, de 10 de junio de 2015.
- Fernández, A. (2006). Metodologías activas para la formación de competencias. *Educatio Siglo XXI*, 24(6), 35-56. Recuperado de: <http://revistas.um.es/>
- García, S., y Zariquiey, F. (s.f.) *Los primeros pasos en la implantación del aprendizaje cooperativo. 10 técnicas cooperativas para empezar en ESO-Bachillerato*. Recuperado de: www.colectivocinetica.es
- Graner-Gallegos, A. (2020). *Hacia la enseñanza competencial, una propuesta desde la Educación Física*. Almería, España: Editorial Universidad de Almería.
- Hernández, J., Pérez, J. A., Furió, B., Hernández, J., Salinas, L. (2017 – 2018). *LA UN1VERSIDAD ESPAÑOLA 3N CIFRAS*. Recuperado de: <https://www.crue.org/>
- Jaimes, G. y Callejas, M. (2009). *La autonomía, los procesos de pensamiento y las TIC: competencias del siglo XXI, temática contemporánea de aplicación en escuelas, colegios y universidades*. Bogotá, Colombia: Limusa Noriega.
- Johnson, D. W., Johnson, R. T., y Holubec, E. J. (2014). *Los nuevos círculos de aprendizaje: La cooperación en el aula y la escuela*. Buenos Aires, Argentina: Aique, S.A.
- Kagan, S. (1999). The "E" of PIES. *Kagan Online Magazine, Summer 1999*. Recuperado de <https://www.kaganonline.com/>
- Kagan, S. (2011). The "P" and "I" of PIES: Powerful Principles for Success. *Kagan Online Magazine, Fall/Winter 2011*. Recuperado de <https://www.kaga-online.com/>
- Kagan, S., y Kagan, M. (2009). Cooperative Learning: Frequent Questions. *Kagan Online Magazine*. Recuperado de <https://www.kaganonline.com/>
- Knust, R. y Gómez, S. (2009). La Evaluación con enfoque por competencias: ¿se implementa realmente la evaluación por competencias? *Revista Electrónica de Desarrollo de Competencias, Talca*, 3(1), 104-125.
- Limia, A. (2013). La erradicación de la poliomielitis en la Región Europea de la Organización Mundial de la Salud. *Revista Española de Salud Pública*, 87(5), 507-516. DOI: <https://dx.doi.org/10.4321/S1135-57272013000500009>.
- Ministerio de Educación y Formación Profesional. (2021). *El nuevo currículo homologa el sistema educativo español con la vanguardia internacional al centrarse en competencias*. Recuperado de: <https://www.educacionyfp.gob.es/>

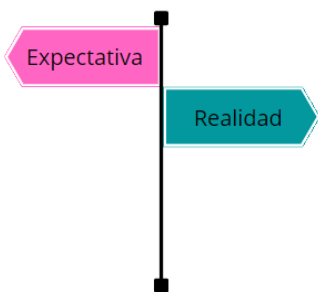
- NeuroMed. (s. f.). [Fotografía de un tumor cerebral]. <http://www.neuromed.cl/articulo-tumores-cerebrales.php>
- Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato. *Boletín Oficial del Estado*. Madrid, de 29 de enero de 2015, núm. 25, pp. 6986-7003.
- Pujolàs, P. (2009). *Aprendizaje cooperativo y educación inclusiva: una forma práctica de aprender juntos alumnos diferentes*. En R. Blanco (Ed.), *Estrategias para el desarrollo de escuelas y aulas inclusivas*. Ponencia llevada a cabo en las VI Jornadas de Cooperación Educativa con Iberoamérica sobre Educación Especial e Inclusión Educativa, Antigua, Guatemala. Recuperado de: <https://www.educacionyfp.gob.es/>
- Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. *Boletín Oficial del Estado*. Madrid, 3 de enero de 2015, núm 3.
- Sharan, Y. (2014). Learning to cooperate for cooperative learning. *Anales de psicología*, 30(3), 802-807. DOI: 10.6018/analesps.30.3.201211
- Slavin, R. E. (2014). Cooperative Learning and Academic Achievement: Why Does Groupwork Work? *Anales de psicología*, 30(3), 785-791. DOI: 10.6018/analesps.30.3.201201
- Zabala, A. y Arnau, L. (2007). *11 ideas clave. Cómo aprender y enseñar competencias*. Barcelona, España: Grao.
- Zak, K. M., Grudnik, P., Guzik, K., Zieba, B. J., Musielak, B., Dömling, A., Holak, T. A. (2016). Structural basis for small molecule targeting of the programmed death ligand 1 (PD-L1). *Oncotarget*, 7(21), 30323–30335. DOI: 10.18632/oncotarget.8730
- Zak, K. M., Grudnik, P., Guzik, K., Zieba, B. J., Musielak, B., Dömling, A., Holak, T. A. (2016). *Rationale for inhibition of PD-1/PD-L1 complex formation by BMS-202*. [Fotografía].

ANEXOS

ANEXO I

- Actividad 1:

Tabla 5. Descripción y contexto de la actividad 1.

A1	Expectativa vs. realidad	20 min
Justificación		
<p>Esta actividad consiste en una reflexión inicial individual de cada alumno tras el planteamiento del proyecto por el personaje de Laura y que llevará a cabo la clase de manera conjunta para conocer las primeras sensaciones, incluyendo el papel de los asesores en audiovisuales (Mike) y en inglés (Natalie).</p> <p>Con su realización, se pretende detectar las dudas e inseguridades iniciales para poder motivar a los alumnos desde el inicio y plantear el trabajo como un reto asumible por todos ellos con el que aprenderán a la par que se divertirán descubriendo el mundo de la investigación.</p> <p>Por otra parte, también servirá al docente para detectar los conocimientos previos que tienen los alumnos acerca del cáncer.</p>		
Contenidos		
<ul style="list-style-type: none"> - Grupos de investigación. - Proyectos económicos destinados a la investigación. - Conocimientos previos sobre el cáncer. - Importancia de los medios audiovisuales para la presentación de información. - Importancia del inglés en el mundo de la investigación. 		
Competencias		Objetivos
CCL, CMCT, CSC, CEC		Todos
Metodología		Material
Individual: <i>Reflexión</i>		<i>Cuaderno del investigador</i>
Descripción		
<p>Reflexión individual sobre el planteamiento inicial del proyecto en el <i>Cuaderno del investigador</i>, incluyendo los conocimientos previos sobre el cáncer, la importancia de contar con asesores expertos en audiovisuales y en inglés y las expectativas formadas tras la introducción.</p> <div style="text-align: center;">  </div>		
Evaluación		
El profesor tendrá en cuenta la reflexión para el apartado de evaluación global del proyecto.		

- Actividad 2:

Tabla 6. Descripción y contexto de la actividad 1.

A2	El cáncer, ¿en texto o en imagen?	30 min
Justificación		
<p>Es muy probable que la mayoría de los alumnos todavía no conozcan los aspectos básicos del cáncer. Por este motivo en la primera actividad que trabaja la materia como tal se les proporciona un texto que incluye toda la información que deben conocer inicialmente para poder seguir la línea principal del proyecto.</p> <p>El texto incluye información detallada sobre algunos conceptos biológicos básicos para relacionarlos con el contenido estudiado en la asignatura de Biología y mostrar una aplicación de la teoría en el mundo real.</p> <p>No obstante, se trata de un texto que no incluye ningún elemento visual, por lo que su lectura puede parecer aburrida y dificultar la comprensión. Por eso, los alumnos deberán transformar el texto en un mapa conceptual con elementos visuales. El objetivo es remarcar las ventajas de presentar la información de forma atractiva al lector: una comprensión más rápida y duradera en el tiempo al visualizar las relaciones entre conceptos en un mapa y asociar los conceptos y sus significados con dibujos o imágenes.</p>		
Contenidos		
<ul style="list-style-type: none"> - Conceptos básicos sobre el cáncer. - Relación con materia estudiada en la asignatura de Biología: la célula como unidad estructural, sus funciones y su estructura; componentes del núcleo celular; composición y descubrimiento del ADN; división celular; mutaciones en el material genético y consecuencias. - Historia del cáncer. - Premios Nobel otorgados por descubrimientos científicos que revolucionaron la ciencia y permitieron una mejora notable del bienestar de la humanidad. - El papel de la religión en la ciencia. - Un ejemplo del papel invisible pero determinante de las mujeres en la ciencia durante la historia. 		
Competencias		Objetivos
CCL, CMCT, CPAA		O.E.1., O.E.2, O.E.11.
Metodología		Material
Cooperativa: parejas cooperativas de lectura		<i>Cuaderno del investigador</i> Texto de Mike Papel, lápiz, colores e imaginación
Descripción		
<p>Elaboración de un mapa conceptual por parejas con información que deben extraer de un texto acerca de los aspectos básicos del cáncer y su historia.</p> <p>Para trabajar el texto utilizarán la técnica de parejas cooperativas de lectura, que sigue los siguientes pasos:</p>		

- 1) Un miembro de la pareja (A) lee el primer párrafo en voz alta. El otro miembro (B) escucha atentamente y sigue la lectura.
- 2) El investigador B le pregunta a A: “¿Cuál es la idea principal?”. El investigador A da su opinión y si los dos miembros están de acuerdo la subrayan en el texto. En caso de que no sea así, deben debatir hasta llegar a un consenso. Después pasan al siguiente párrafo, pero ahora lee en voz alta B y pregunta el investigador A.
- 3) Una vez acabado de leer y subrayar el texto, se elabora un mapa conceptual con las ideas principales y se anotan todas las dudas que hayan surgido.



El asesor de audiovisuales, Mike, también les recomienda añadir elementos visuales en el mapa para hacer el contenido más atractivo, como colores, viñetas o dibujos.

Evaluación

Rúbrica A

- Actividad 3:

Tabla 7. Descripción y contexto de la actividad 3.

A3	¿Qué tienen las células tumorales que ya no son normales?	35 min
Justificación		
Mediante esta actividad se pretende repasar algunos contenidos del currículum ya mencionados en el texto trabajado en la actividad 2 y ampliar otros, para favorecer el aprendizaje significativo.		
En relación con el cáncer, la actividad consiste principalmente en comparar las características estructurales y funcionales de las células normales con las de las tumorales.		
Además, se utiliza otra técnica perteneciente a la metodología cooperativa, la de lápices al centro, para fomentar el trabajo en grupo y trabajar la competencia en comunicación lingüística tanto de manera escrita como oral con contenidos de la rama STEM.		
Contenidos		
<ul style="list-style-type: none"> - ADN, información genética, núcleo celular. - División celular y sus fases, reemplazamiento de células, ciclo celular, muerte celular (apoptosis). 		
Competencias		Objetivos
CCL, CMCT, CPAA		O.E.1., O.E.2., O.E.4., O.E.11.
Metodología		Material
Aprendizaje Cooperativo: <i>Lápices al centro</i>		Cuaderno del Investigador Infografías de Mike Ficha de la actividad
Descripción		

1. Formación de 6 grupos en clase. El número de alumnos por grupo no es determinante.
2. Cada alumno recibirá una fotocopia de la ficha de Laura con la información necesaria para la realización de la actividad. Esta hoja deberá incluirse una vez completada en el *Cuaderno del investigador*.
3. Se realizará el primer ejercicio en grupo con ayuda de la información del texto trabajado en la actividad 2 y las infografías encontrada por Mike. El ejercicio consiste en completar una tabla con las diferencias a nivel celular entre las células normales y tumorales, mediante la técnica de *Lápices al centro*.

LÁPICES AL CENTRO

1. Cada pregunta se lee en alto por un miembro del grupo

2. Entre todos acuerdan de forma oral cuál es la respuesta correcta.


3. Cogen los lápices de la mesa y escriben sus respuesta individualmente.

Evaluación

Rúbrica A

- Actividad 4:

Tabla 8. Descripción y contexto de la actividad 4.

A4	El viaje de la Metástasis	20 min
Justificación		
Con esta actividad se pretende explicar el proceso de metástasis de forma dinámica y divertida mediante una representación grupal de una escena para facilitar su comprensión. Se ha escogido el consumo de tabaco como ejemplo de causa del cáncer de pulmón inicial para concienciar a los adolescentes de su efecto perjudicial para la salud.		
Contenidos		
<ul style="list-style-type: none"> - Proceso de metástasis. - División celular. - Sistema vascular: vasos sanguíneos, transporte de oxígeno, CO₂, nutrientes y desechos. 		
Competencias		Objetivos
CCL, CMCT, CPAA, SIE		O.E.1., O.E.2., O.E.11.
Metodología		Material
Participación Activa: <i>Dinámica de grupo</i>		Cuaderno del Investigador Dispositivo electrónico para grabar
Descripción		
 <p>La actividad consiste en una dinámica de grupo donde todos los alumnos tendrán un papel en la escenificación del proceso de la metástasis, explicada en la actividad 2. La escena será grabada y los diferentes papeles a interpretar se elegirán aleatoriamente. La escena es la siguiente:</p> <p><i>Una persona acude a un bar a comprar su segundo paquete de tabaco del día y el vendedor le alerta de las consecuencias de fumar. Una célula del pulmón del fumador comienza la división celular. El material genético se duplica, pero comete varios errores en las bases de su ADN. El sistema de reparación va a actuar, pero no consigue repararlos todos. Las</i></p>		

células hijas siguen dividiéndose y acumulando errores, diferenciándose cada vez más de la inicial. Dejan de realizar las funciones básicas porque ya solo quieren dividirse más rápido para ser muchas más, hasta que sean un tumor sólido. Para ello necesitan de nutrientes y oxígeno, y también quieren deshacerse de los desechos como el CO₂, así que empiezan a crear vasos sanguíneos de forma descontrolada que antes no estaban. Una de las células se quiere independizar y consigue separarse del tumor sólido para viajar por el vaso sanguíneo hasta llegar a su nuevo destino, el hígado. Una vez allí sigue reproduciéndose para formar un nuevo tumor.

Papeles a interpretar: fumador, vendedor, células sanas, ciclo celular, interfase, diferentes fases de la mitosis, material genético, ADN, bases del ADN, mecanismo de reparación, células diferenciadas, células tumorales, vasos sanguíneos, oxígeno, glóbulos rojos, nutrientes, CO₂, corriente sanguínea, diferentes órganos, hígado.

Evaluación

Rúbrica C

- Actividad 5:

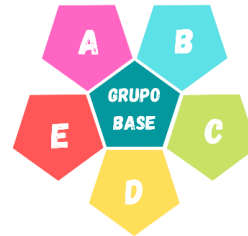
Tabla 9. Descripción y contexto de la actividad 5.

A5	¿Casualidad o causalidad?	110 min
Justificación		
<p>La mejor forma de prevenir y combatir una enfermedad es conocer las causas que la provocan y cómo pueden evitarse. Para trabajar de forma más rigurosa los contenidos, los estudiantes serán los encargados de crear material propio donde sinteticen y expongan de forma visual la información que busquen en la red acerca de las causas principales de diferentes tipos de cáncer.</p> <p>Además, dos de los factores más relevantes son el consumo de tabaco y de alcohol, prácticas que se encuentran muy presentes en los adolescentes de estas edades, por ello, mediante esta actividad también se pretende concienciar de los riesgos a los que se exponen en un futuro.</p>		
Contenidos		
<ul style="list-style-type: none"> - Factores y causas responsables de la aparición y desarrollo del cáncer: <ul style="list-style-type: none"> - Factor hereditario: genética, mutaciones. - Factores de conducta: tabaco, alcohol, dieta, sedentarismo, lactancia. - Factores ambientales: radiación UV. - Factores químicos carcinógenos: cromo, níquel, asbesto, arsénico... - Otros factores: virus, bacterias. - Prevención: <ul style="list-style-type: none"> - Hábitos saludables - Revisiones médicas si hay probabilidad de padecerlo por cualquier causa. 		
Competencias		Objetivos
CCL, CMCT, CD, CPAA, SIE, CEC		O.E.2., O.E.4., O.E.5., O.E.11.
ODS		
3. Salud y bienestar		
Metodología		Material
Aprendizaje Cooperativo: <i>Puzzle de Aronson</i>		<i>Cuaderno del Investigador</i> Ordenadores Acceso a Canva
Descripción		
En la siguiente actividad los alumnos deberán elaborar, por grupos, pósteres visuales mediante la plataforma <i>Canva</i> que expliquen las diferentes causas de la aparición y el		

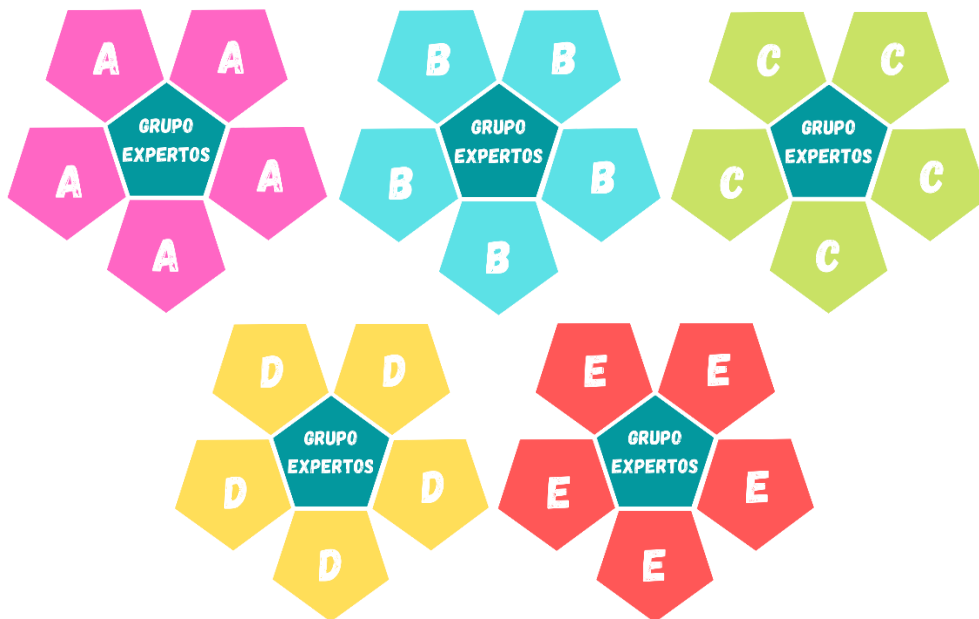
desarrollo de un tipo o varios cánceres y cómo prevenir alguno de ellos. Esta plataforma permite trabajar de forma simultánea a todos los miembros. La actividad, además, se llevará a cabo mediante la técnica del Puzzle de Aronson:

1. Formación de 5 grupos iniciales de 5.
2. En cada grupo se nombrará a un experto para cada uno de los siguientes apartados que incluyen posibles causas de desarrollo de un cáncer (5 min):

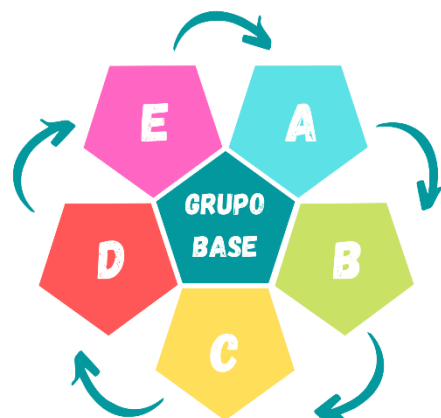
- a) Genética: factor hereditario.
- b) Tabaco, alcohol, dieta, sedentarismo.
- c) Lactancia, factores ambientales.
- d) Carcinógenos químicos.
- e) Virus, bacterias.



3. Los expertos de un mismo tema se reunirán y buscarán información (15 – 20 min): relación con tipos de cáncer, factores relevantes, prevención, estadísticas, ejemplos reales, etc.



4. Una vez hayan reunido la información necesaria volverán a los grupos base iniciales y la compartirán con el resto de los compañeros.
5. El grupo base deberá elaborar un póster que incluya todos los factores tratados, pero el responsable de cada apartado no podrá ser el experto, deberá elegirse a otro miembro del grupo como redactor y supervisor, aunque las decisiones de formato y contenido final deberán tomarse en grupo (25 – 30 min).



6. Los 5 pósteres (uno por grupo) se colgarán en los pasillos del instituto, posteriormente a la presentación de éstos por parte de los estudiantes en otros cursos o niveles de educación secundaria para concienciar al alumnado de la importancia de tener hábitos saludables.
7. Finalmente, se les expondrá la pregunta: *¿sabes qué son los ODS? Busca información al respecto e indica con que ODS relacionarías la presente actividad, justificando tu respuesta.*





Evaluación

Evaluación del profesor, co-evaluación y auto-evaluación mediante el **Cuestionario A**
Indicadores de logro: **I.L.2.1.4., I.L.4.1.5., I.L.5.1.1., I.L.5.1.2., I.L.5.1.3., I.L.11.1.1., I.L.11.1.2.**

- Actividad 6:

Tabla 10. Descripción y contexto de la actividad 6.

A6	Detecta las parejas	15 min
Justificación		
La presente actividad trata de un juego muy fácil y divertido en el que todos podrán intervenir. Con él se trabaja la memorización por colores e iconos y permite dar a conocer algunas de las técnicas empleadas para la detección del cáncer.		
Contenidos		
- Técnicas de detección de cáncer: <ul style="list-style-type: none"> - Pruebas analíticas: análisis de sangre, orina, heces y tejidos. - Pruebas de imagen: radiografía, resonancia magnética, gammagrafía, ecografía y endoscopia. 		
Competencias		Objetivos
CCL, CMCT		O.E.1., O.E.2., O.E.11.
Metodología		Material
<i>Gamificación</i>		<i>Cuaderno del investigador</i> <i>Infografías de Laura</i> <i>Tarjetas del juego de Mike</i>
Descripción		
A partir de la información recogida en las infografías de Laura sobre técnicas de detección de células cancerosas y tumores y las tarjetas diseñadas por Mike, los alumnos formarán grupos de 4 o 5 miembros y jugarán al juego de encontrar las parejas correspondientes. Aunque, primero visualizarán las infografías y compartirán la información que conozcan al respecto.		
Al inicio del juego todas las cartas estarán boca-abajo y los alumnos deberán encontrar las parejas. Cada vez que acierten una pareja deberán explicar brevemente la técnica, relacionarla con la asignatura que consideren más adecuada y seguir en su turno para buscar otra más. Si el alumno falla, pasa el turno al siguiente.		
Dos ejemplos de parejas son:		

<div><div>Pruebas analíticas</div><div>Microscopía de tejidos</div><div></div></div>	<div><div>Citología (células)</div><div></div></div>
<div><div>Pruebas de imagen</div><div>Gammagrafía</div><div></div></div>	<div><div>Radioisótopos</div><div></div></div>
Evaluación	
Rúbrica C	

- Actividad 7:

Tabla 11. Descripción y contexto de la actividad 7.

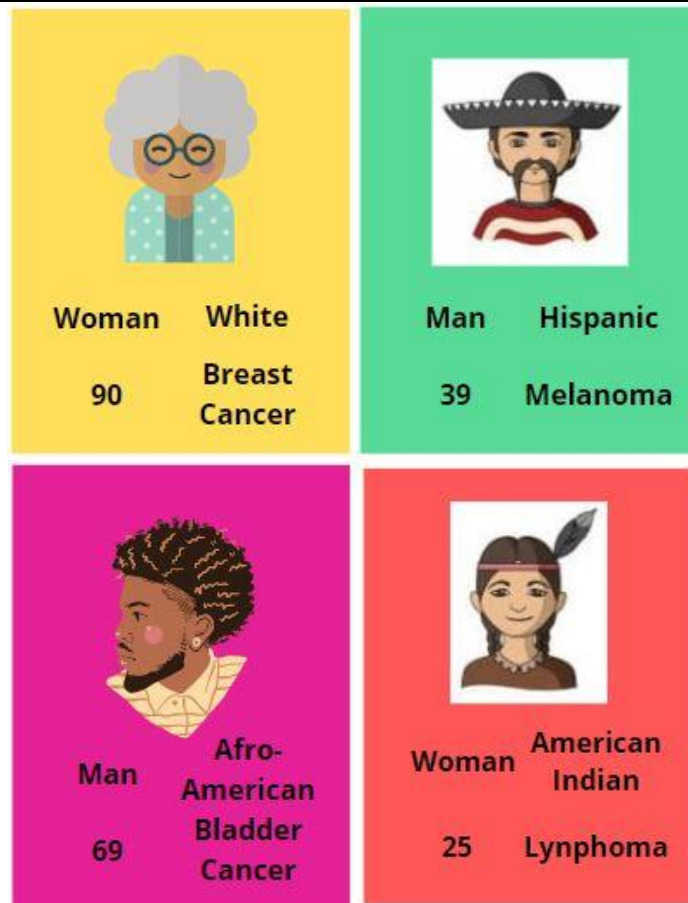
A7	Tratamiento de tratamientos	40 min
Justificación		
<p>Mediante esta actividad se quiere dar a conocer los diferentes tratamientos actuales contra el cáncer. Además, se pretende resaltar la importancia de la didáctica al “traducir” contenido con un vocabulario complejo y específico a un léxico más común para facilitar la comprensión por parte del oyente.</p> <p>Por último, también se destaca la necesidad de conocer conceptos de la rama STEM estudiados en secundaria imprescindibles para comprender los tratamientos actuales de una enfermedad que afecta a millones de personas en el mundo.</p>		
Contenidos		
<ul style="list-style-type: none"> - Tratamientos contra el cáncer - Cálculo numérico a escala - Isótopos: protones, neutrones y electrones - Superficie de un cuerpo y unidades - Proteínas: composición, estructura, función 		
Competencias		Objetivos
CCL, CMCT, CPAA, SIE		O.E.1., O.E.2., O.E.4., O.E.11.

Metodología	Material
Aprendizaje Cooperativo: 1, 2, 4	Cuaderno del investigador Textos de Mike Actividades de Laura Papel y bolígrafo Pizarra convencional
Descripción	
<ol style="list-style-type: none"> Formación 4 de grupos en clase. El número de alumnos por grupo no es determinante. A cada grupo se le asignará un texto de Mike con información sobre diferentes tipos de tratamientos contra el cáncer: <ul style="list-style-type: none"> - <u>Cirugía</u> - <u>Radioterapia</u> - <u>Quimioterapia</u> - <u>Terapia dirigida</u> <p>Todos ellos deberán leer también la información proporcionada acerca de los tres tratamientos restantes: inmunoterapia, trasplantes de médula ósea y terapia hormonal.</p> Deberán leer y comprender la información y crear un pequeño esquema con los conceptos principales. Para ello, seguirán la técnica 1, 2, 4 o una modificación de ésta en caso de no ser 4 miembros por grupo, pero el procedimiento será similar. <div style="text-align: center;"> </div> <ol style="list-style-type: none"> A continuación, cada grupo deberá resolver una actividad planteada por el personaje de Laura donde se trabaja un contenido ya estudiado de una asignatura de la rama STEM. Las actividades tratan de: <ul style="list-style-type: none"> - <u>Cirugía</u>: calcular el tamaño de un tumor. - <u>Radioterapia</u>: uso del isótopo radioactivo I-131. - <u>Quimioterapia</u>: cálculo de la dosis; área superficial del cuerpo. - <u>Terapia dirigida</u>: bloqueo de la función de proteínas. Finalmente, deberán explicar a la clase de forma didáctica, pero con la única ayuda de la pizarra convencional, los aspectos relevantes de cada tratamiento y la resolución de la actividad asignada. Los alumnos oyentes deberán incluir anotaciones de las exposiciones en su <i>Cuaderno del investigador</i>. 	
Evaluación	
Rúbrica A	

- Actividad 8:

Tabla 12. Descripción y contexto de la actividad 8.

A8	Do Statistics To Stop Cancer	110 min
Justificación		
<p>La presente actividad permite dar a conocer datos estadísticos reales sobre la población afectada por cáncer mediante una actividad creativa y dinámica.</p> <p>La actividad a resolver consistirá en extraer datos estadísticos a partir de tarjetas diseñadas con una estadística determinada y otras aleatorias creadas por los mismos alumnos. Los datos se representarán con diferentes gráficos y se compararán con los datos reales, teniendo en cuenta la relevancia del tamaño de muestra.</p> <p>Además, se le dará un peso importante al inglés, puesto que el material estará escrito en este idioma y los valores numéricos deberán escribirse en el formato internacional, para resaltar la importancia de unificar el lenguaje científico.</p>		
Contenidos		
<p>- Cálculo estadístico de la población mundial afectada por algún tipo de cáncer.</p> <p>- Representación de gráficos con <i>Excel</i>.</p>		
Competencias		Objetivos
CLL, CMCT, CD, CPAA		O.E.1., O.E.2., O.E.4., O.E.10., O.E.11.
Metodología		Material
Participación Activa: <i>Dinámica de grupo</i>		<p><i>Cuaderno del Investigador</i></p> <p>Tarjetas de población afectada</p> <p>Plantilla de la tarjeta</p> <p>Tabla con estadística determinada</p> <p>Ficha de Laura y Natalie</p>
Descripción		
<p>La actividad consta de dos partes: la primera parte se puede desarrollar en el aula convencional, y para realizar la segunda parte se necesitan ordenadores con acceso al programa de cálculo <i>Excel</i>.</p> <p>- <u>Primera parte:</u></p> <p>Consiste en la extracción de datos estadísticos sobre la población afectada por cáncer a partir de 400 tarjetas en las que aparece una persona y los siguientes datos característicos: género, edad, raza y tipo de cáncer. Han sido diseñadas para representar los valores reales recogidos en el <i>Surveillance, Epidemiology and End Results Program</i> (SEER) del Instituto Nacional del Cáncer (NCI). A esas 400 tarjetas se sumarán dos más por alumno diseñadas por éstos.</p> <p>El material de la actividad está diseñado en inglés y los resultados obtenidos deberán presentarse también en este idioma, con especial hincapié en cómo se indican los valores numéricos en el sistema internacional.</p> <p>La actividad se realizará conjuntamente con todo el grupo clase, aunque entre ellos podrán organizarse formando subgrupos si consideran que es más efectivo y práctico para realizar la tarea.</p> <p>Los pasos a seguir serán los siguientes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Creación de las 400 tarjetas usando las plantillas en blanco a partir de los datos recogidos en la tabla de Natalie cuyas combinaciones coinciden con los datos reales. <p>Se aportan 12 tarjetas que ha encontrado Natalie como ejemplo. Algunas son:</p>		



2. Cálculo estadístico en grupo a partir de las 400 tarjetas:
 - % del total según el género
 - % del total según la edad
 - % del total según el tipo de cáncer
 - % del total según la raza/etnia
 - % del género en cada raza/etnia
3. Creación de forma individual de dos tarjetas por alumno con total libertad para completar los campos designados.
4. Cálculo estadístico en grupo de los apartados anteriores teniendo en cuenta las 400 tarjetas y las diseñadas individualmente por cada alumno.

- Segunda parte:

En esta segunda parte se necesitarán ordenadores para ejecutar la actividad. De nuevo, podrán organizarse en subgrupos si lo consideran oportuno. Deberán completar la ficha que han diseñado Natalie y Laura donde extraerán conclusiones al comparar los datos obtenidos con los datos reales.

Los pasos a seguir serán:

1. Comparar los resultados estadísticos obtenidos con los reales mostrados en las gráficas pertenecientes al *Surveillance, Epidemiology and End Results Program* (SEER). Varias gráficas no muestran los datos en porcentaje, por lo que deberán recalcularlo para poder comparar. Los porcentajes considerando solo la muestra de población de las 400 tarjetas deben ser similares. Los porcentajes considerando

también las tarjetas de los alumnos podrían ser diferentes. Mediante esta actividad se reflexionará sobre la importancia de la muestra en el informe.
2. Representar los datos obtenidos que más se acerquen a la realidad utilizando los gráficos que consideren más visuales mediante el uso del programa <i>Excel</i> y justificando el porqué del diseño elegido. Pueden hacerlo en subgrupos, pero en los informes individuales se adjuntará el número de gráficos necesarios para recoger los datos de todos los apartados.
Evaluación
Rúbrica A

- Actividad 9:

Tabla 13. Descripción y contexto de la actividad 9.

A9	Together lo conseguiremos	110 min
Justificación		
<p>La presente actividad tiene como objetivo recapitular todo lo aprendido hasta ahora a lo largo del proyecto mediante la realización de exposiciones de los diferentes apartados y la grabación de éstos. Para incentivar al alumnado, el propósito final es conseguir financiación para desarrollar un fármaco contra el cáncer.</p> <p>Por otra parte, durante la realización de la misma los estudiantes siempre trabajarán de forma grupal para favorecer el trabajo en equipo y trabajar las competencias cooperativas. Además, cambiarán de grupo tres veces para aumentar la posibilidad de trabajar con el mayor número de personas diferentes.</p>		
Contenidos		
<ul style="list-style-type: none"> - Conceptos básicos e historia del cáncer. - El cáncer a nivel celular. - Concepto de la metástasis. - Causas y prevención del cáncer. - Técnicas de detección del cáncer. - Tratamientos contra el cáncer. - Estadística de población afectada por la enfermedad. 		
Competencias		Objetivos
CCL, CMCT, CPAA, SIE, CEC		O.E.2., O.E.4., O.E.7., O.E.11.
Metodología		Material
Participación Activa: <i>Dinámica de grupo</i>		<i>Cuaderno del investigador</i> Material diseñado por los estudiantes Proyector y ordenador Cámara para grabar
Descripción		
<p>La actividad consiste en realizar exposiciones breves haciendo uso del material creado durante la realización del proyecto:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Actividad 2: mapa conceptual sobre el cáncer y su historia. - Actividad 3: ficha sobre el cáncer a nivel celular. - Actividad 4: vídeo grupal sobre la metástasis. - Actividad 5: pósteres sobre las causas y prevención del cáncer. - Actividad 6: infografías sobre técnicas de detección del cáncer. - Actividad 7: esquema o mapa conceptual de tratamientos contra el cáncer. - Actividad 8: gráficos creados con la estadística real de gente afectada por alguna enfermedad del cáncer. 		

Los alumnos agruparán de la siguiente forma para trabajar el material y elaborar guiones que sirvan de ayuda para exposición final de cada apartado, que será grabada:

1. Formar 5 grupos sin tener en cuenta ninguna agrupación anterior para tratar los contenidos de las actividades 2, 3, 6, 8 y los tres últimos tratamientos de la actividad 7.
2. Un vez concluidos y grabados esos apartados, se agruparán según los grupos formados para la actividad 5, y cada grupo se encargará de presentar su póster.
3. Después formarán 4 grupos según los tratamientos contra el cáncer de la actividad 7.



El vídeo sobre la metástasis ya se grabó en la actividad 4, por lo que solo se visionará para recordarlo.

Evaluación

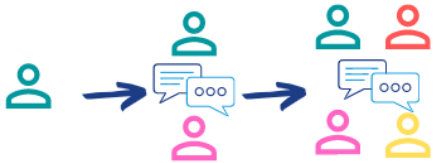
Evaluación del profesor, co-evaluación y auto-evaluación mediante el **Cuestionario A**
Indicadores de logro: I.L.2.1.1., I.L.2.1.2., I.L.2.1.3., I.L.2.1.4., I.L.2.1.5., I.L.2.1.6., I.L.2.1.7.,
I.L.4.1.1., I.L.4.1.5., I.L.7.1.1., I.L.11.1.1., I.L.11.1.2.

- Actividad 10:

Tabla 14. Descripción y contexto de la actividad 10.


A10	Salvar al soldado Mike	15 min
Justificación		
<p>De nuevo se pretende remarcar la importancia del inglés en el mundo actual y, en especial, en el mundo científico. Por este motivo, los estudiantes deberán ayudar a Mike a traducir y corregir algunas palabras y frases en inglés sobre la temática del cáncer.</p> <p>También se plantea la actividad de forma cooperativa, aplicando la técnica del 1, 2,4, para facilitar la resolución de los ejercicios y ayudar a los alumnos con más dificultades, pero incitándoles a trabajar individualmente en un primer momento.</p>		
Contenidos		
<ul style="list-style-type: none">- Vocabulario específico o relacionado con la enfermedad del cáncer.- Gramática inglesa.		
Competencias	Objetivos	
CCL, CPAA	O.E.1., O.E.4., O.E.10., O.E.11	
Metodología	Material	
Aprendizaje Cooperativo: 1, 2, 4	Cuaderno del investigador Ficha de Mike	
Descripción		
<p>La actividad consiste en resolver una ficha creada por Mike para ayudarle con algunos problemas técnicos que le han surgido a la hora de montar el vídeo. Al parecer han desaparecido algunas palabras de los subtítulos en inglés que había introducido Natalie, y otras se han desordenado.</p> <p>Los ejercicios de la ficha que aparece en el <i>Cuaderno del Investigador</i> incluyen traducir palabras del español al inglés, corregir errores gramaticales en algunas frases y revisar el orden de colocación de algunas palabras.</p> <p>Para la resolución de los ejercicios se implementará la técnica cooperativa 1, 2, 4:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Primero se formarán grupos de cuatro miembros.		



<ol style="list-style-type: none"> Los primeros minutos se destinarán a la resolución individual de los ejercicios. Después se juntarán por parejas y discutirán las respuestas, completando o cambiando alguna de ellas. Finalmente se agruparán los 4 investigadores y volverán a discutir las respuestas en grupo para llegar a un consenso. Finalmente todo el grupo clase las corregirá con ayuda del profesor. 	
Evaluación	
Rúbrica A	

- Actividad 11:

Tabla 15. Descripción y contexto de la actividad 11.

A11	Un equipo creativo	20 min
Justificación		
Con las actividades realizadas hasta ahora, la mayor parte grupales, se pretendía unificar a la clase como un único equipo, en este caso un grupo de investigación, para sacar adelante un proyecto.		
Para reafirmar el sentimiento de trabajo en grupo, y también para desarrollar la capacidad creativa propia de las asignaturas de arte, se les plantea un último ejercicio antes de la segunda parte del proyecto. Este ejercicio tiene carácter individual en un inicio, pero la decisión final deberá consensuarse de forma grupal.		
Contenidos		
- Desarrollo de la creatividad.		
Competencias	Objetivos	
CCL, SIE	O.E.4.	
Metodología	Material	
Individual: <i>creativa</i>	<i>Cuaderno del investigador</i> Papel, material de dibujo	
Descripción		
En esta actividad los alumnos tendrán total libertad para diseñar un logo que represente al grupo de investigación. También deberán buscar un nombre que los represente.		
<div><div><div>1. Primero diseñarán cada uno su logo individualmente y pensarán en algún nombre que les parezca adecuado.</div><div>2. Después se presentarán todos los logos a la clase y entre todos elegirán el logo y el nombre que más les guste.</div><div>3. Si lo consideran adecuado, pueden hacer un híbrido entre varias propuestas.</div></div><div></div></div>		
Evaluación		
Rúbrica B		

- Actividad 12:

Tabla 16. Descripción y contexto de la actividad 12.

A12	De fase en fase y tiraría si acertase	30 min
Justificación		
<p>Esta actividad está planificada con el objetivo de mostrar la perspectiva global de la segunda fase del proyecto: descubrimiento y desarrollo de un fármaco. Por eso, se trabajarán los</p>		

diferentes procesos incluidos dentro de las 6 fases de desarrollo de un fármaco mediante la técnica de gamificación, con un juego híbrido entre *La Oca* y *El Trivial*. En las siguientes actividades los alumnos se introducirán en los zapatos de un investigador y realizarán las actividades correspondientes a cada fase.

Por otra parte, y aprovechando que se ha diseñado un tablero desde el principio basado en la estructura del juego de *La Oca*, se han introducido otros contenidos relacionados con la ciencia (aparte de las fases de desarrollo de un fármaco) en las casillas para dar a conocer hechos y curiosidades científicas y resaltar el papel de la mujer en la ciencia.

Contenidos

- Fases de desarrollo de un fármaco:
 - Fase de descubrimiento.
 - Fase pre-clínica.
 - Ensayos clínicos.
 - Aprobación por organismos oficiales.
 - Comercialización.
 - Farmacovigilancia.
- Mujeres en ciencia.
- Premios Nobel.
- Curiosidades científicas.

Competencias	Objetivos
CCL, CMCT, CPAA, CEC	O.E.1., O.E.8., O.E.11.

ODS

3. Salud y bienestar

Metodología	Material
Gamificación	<i>Cuaderno del Investigador</i> Tarjetas con preguntas tipo <i>Trivial</i> Tablero de <i>Las Fases</i>

Descripción

La actividad está basada en un juego híbrido entre *El Trivial* y el juego de *La Oca*, al que se ha denominado como *Las Fases*. Para jugar se formarán grupos de 4 ó 5 miembros y a cada grupo se les proporcionará un tablero diseñado para la actividad, un cubilete, un dado y preguntas tipo *Trivial* sobre el tema a trabajar. Todo el material se incluye en el *Cuaderno del Investigador*.

Las reglas del juego son las siguientes:

- Todos tirarán el dado una primera vez y empezará el que obtenga el número más elevado. Después se seguirá jugando en el sentido de las agujas del reloj.

- Para poder avanzar deberá acertar la pregunta que le lance el compañero de su derecha. Las preguntas tratan sobre las fases de desarrollo de un fármaco.

- Se respetarán las normas de cada casilla del juego de *Las Fases*, que simulan al juego de *La Oca*, y que se indican en el *Cuaderno del Investigador*.

- Si la casilla contiene información acerca de algún contenido científico, el jugador leerá la información en alto y hará un comentario al respecto: si le parece interesante, conocía o no la información, etc.

- Las tarjetas se barajarán al inicio y cuando se agoten, para seguir jugando.



Es probable que los alumnos fallen algunas preguntas al inicio, pero irán aprendiendo los contenidos a medida que sigan jugando y vuelvan a aparecer de nuevo. Después se procederá

a comentar y ordenar las diferentes fases según el orden cronológico, incluyendo detalles de cada una de ellas, con la participación de todo el grupo clase.

Al finalizar el juego, cada alumno individualmente deberá incluir un esquema o línea del tiempo en su *Cuaderno del investigador* sobre las diferentes fases del desarrollo de un fármaco, desde su descubrimiento hasta su comercialización. Si quieren, pueden elaborar una infografía más visual utilizando la plataforma *Canva* e incluirla en el cuaderno.

También deberán escoger a una de las mujeres científicas e incluir unas líneas en el cuaderno acerca de la investigación de la mujer elegida y el porqué de la elección. Por último, deberán indicar qué casilla les ha llamado más la atención y de nuevo justificar la elección.

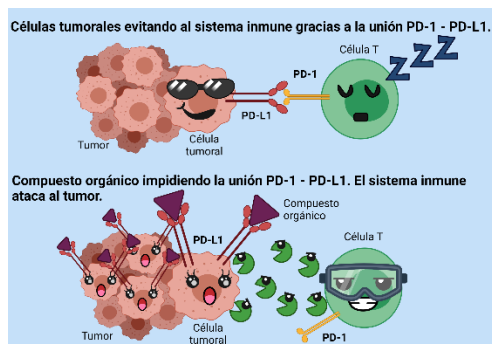
Evaluación
Rúbrica A

- Actividad 13:

Tabla 17. Descripción y contexto de la actividad 13.

A13	Activa-T contra el cáncer	40 min
Justificación		
<p>El objetivo inicial de este proyecto era conocer la enfermedad del cáncer y resaltar la importancia de la interdisciplinariedad en la búsqueda de una cura. En esta actividad se tratarán conceptos estudiados en varias asignaturas de la enseñanza secundaria de la rama STEM y también se destacará la importancia de los programas informáticos.</p> <p>Además, se tratan conceptos nuevos, como diana terapéutica, células-T, PD-L1 o <i>docking</i>, que son desconocidos para los alumnos, pero muy importantes en la investigación del desarrollo de un fármaco contra el cáncer. Dado que los alumnos están interpretando el papel de investigadores, deberán familiarizarse con ellos, y el contenido se explicará con comparaciones que puedan facilitar la comprensión por parte del estudiantado.</p> <p>De nuevo se realizará la actividad siguiendo una metodología de aprendizaje cooperativo, en este caso la técnica de lápices al centro, para que los alumnos puedan ayudarse entre ellos a la hora de resolver las cuestiones y las dudas que tengan.</p>		
Contenidos		
<ul style="list-style-type: none"> - Modo de acción de la inmunoterapia como tratamiento contra el cáncer. - Células defensivas del sistema inmune: células-T. - Proteínas involucradas en el desarrollo de células tumorales: PD-L1 y PD-1. - Compuestos orgánicos de bajo peso molecular. - Componentes básicos de una proteína. - Tipos de enlaces. - Concepto de electronegatividad. - <i>Docking</i>. 		
Competencias		Objetivos
CCL, CMCT, CD, CPAA		O.E.1., O.E.3., O.E.4., O.E.8., O.E.11.
Metodología		Material
Aprendizaje Cooperativo: <i>Lápices al centro</i>		<i>Cuaderno del Investigador</i> Ficha de Laura Ordenadores
Descripción		
La actividad consistirá en completar la ficha que ha preparado Laura. Para ello seguirán la técnica ya mencionada anteriormente de <i>Lápices al centro</i> :		

1. Formación de 5 grupos en clase. El número de alumnos por grupo no es determinante.
2. Cada alumno recibirá una fotocopia de la ficha de Laura con la información necesaria para la realización de la actividad, que incluye una infografía sobre el modo de acción de un fármaco que actúa sobre el sistema inmune.



LÁPICES AL CENTRO

1. Cada pregunta se lee en alto por un miembro del grupo

2. Entre todos acuerdan de forma oral cuál es la respuesta correcta.

3. Cogen los lápices de la mesa y escriben sus respuesta individualmente.

3. Las cuestiones de la ficha son sobre conceptos básicos estudiados en las diferentes asignaturas de la rama STEM. No obstante, contarán con mínimo un ordenador por grupo que podrán emplear en caso de necesitarlo. También se usará para entra en el simulador indicado en la hoja y comprender mejor la interacción entre el compuesto y la proteína.

Evaluación

Rúbrica A

- Actividad 14:

Tabla 18. Descripción y contexto de la actividad 14.

A14	Jugando con la química del laboratorio	30 min
Justificación		
En esta actividad se resalta la importancia de conocer aspectos de un laboratorio químico antes de trabajar en él, como son el material de laboratorio y los pictogramas de seguridad y peligrosidad que aparecen en el etiquetado de los compuestos. En un principio, suele parecer contenido aburrido de repasar, por eso se ha elegido la metodología de gamificación, que en este caso incluye una sopa de letras y un juego de adivinar mediante dibujos o mímica.		
Contenidos		
- Material de laboratorio - Pictogramas de seguridad y peligrosidad.		
Competencias		Objetivos
CCL, CMCT, CPAA		O.E.1., O.E.9., O.E.11.
Metodología		Material
Gamificación		Cuaderno del Investigador Ficha de Mike
Descripción		
La actividad comienza con una parte individual en la que cada estudiante deberá completar los dos primeros ejercicios de la ficha de Mike.		

En el primero se muestran fotos de diferente material de laboratorio que deben encontrar en una sopa de letras. Como ayuda también hay una frase para cada uno con su utilidad y algunas letras.

En el segundo ejercicio hay que relacionar fotos de pictogramas de seguridad y peligrosidad con su significado.



En la segunda parte de la actividad se agruparán en grupos de 4, y dentro de éste por parejas que formarán un equipo cada una:

- Un miembro de la pareja coge una de las tarjetas que incluye la palabra a adivinar.
- Si en la tarjeta aparece el nombre de un material de laboratorio deberá dibujarlo en una hoja y el compañero tendrá 20 segundos para adivinarlo.
- Si aparece un pictograma, deberá utilizar mímica para que su compañero acierte el pictograma en menos de 30 segundos. Se considera acierto si dice el significado, no la descripción del dibujo.
- Cada pareja tendrá 3 minutos en cada ronda para adivinar el máximo número de tarjetas.
- La pareja que no juegue será la encargada de cronometrar el tiempo.
- Se jugarán mínimo dos rondas por pareja para que los dos jugadores dibujen o hagan mímica y tengan que acertar lo que hace el compañero.
- Ganará el equipo que más tarjetas haya acertado teniendo en cuenta las dos rondas.

Las tarjetas para el juego aparecen en el *Cuaderno del Investigador*.




Evaluación

Rúbrica A

- Actividad 15:

Tabla 19. Descripción y contexto de la actividad 15.


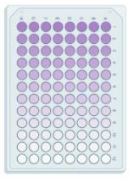

A15	Ponte la bata de químico orgánico	40 min
Justificación		
<p>La actividad que se muestra a continuación tiene como objetivo mostrar un ejemplo real de por qué es importante estudiar conceptos químicos básicos en la enseñanza secundaria, pues son necesarios en trabajos tan relevantes para la vida humana como el desarrollo de un fármaco. En un ejemplo más de cómo aplicar los conceptos teóricos a la práctica.</p> <p>Para que resulte más divertida, se plantea como una ayuda que necesita la investigadora Laura, pues hace mucho tiempo que no entra en el laboratorio y ha olvidado conceptos muy importantes.</p> <p>Además, mediante esta actividad también se repasa el material de laboratorio trabajado en la anterior, para reforzar conocimientos.</p> <p>Por otra parte, de nuevo se ha escogido la técnica 1, 2, 4 perteneciente a la metodología cooperativa por incluir una primera etapa de resolución individual, que permita leer y comprender con atención la teoría y el planteamiento de los ejercicios, y una segunda etapa de resolución grupal por pares y por grupo, para ayudar a que los estudiantes más avanzados resuelvan las dudas de los que tienen más dificultades en la materia.</p>		
Contenidos		
<ul style="list-style-type: none"> - Reacciones químicas: reactivos y productos. - Cálculo de cantidades con moles, masas atómicas y masas moleculares. - Conversión de unidades. - Material de laboratorio: nombre y uso. - Técnicas de laboratorio orgánico: poner una reacción química, extracciones y purificación por columna. - Concepto de densidad y su aplicación. 		

- Formulación orgánica. - Formulación inorgánica.	
Competencias	Objetivos
CCL, CMCT, CPAA	O.E.1., O.E.4., O.E.9., O.E.11.
Metodología	Material
Aprendizaje Cooperativo: 1, 2, 4	<i>Cuaderno del Investigador</i> Ficha de Laura Vídeos de Laura
Descripción	
<p>La realización de esta actividad consistirá en la resolución de unas fichas creadas por Laura que aparecen en el <i>Cuaderno del Investigador</i> y que contienen dudas sobre cómo poner una reacción química, cómo extraer un compuesto orgánico de la mezcla de reacción y como purificarlo finalmente. Los alumnos deberán resolver las dudas de Laura siguiendo la técnica de aprendizaje cooperativo 1, 2, 4, que ya se ha utilizado en veces anteriores.</p>	
	<p>Cada vez que resuelvan un ejercicio, Laura les enseñará el vídeo de los pasos que ha seguido en el laboratorio según las indicaciones correctas de los investigadores.</p>  
Evaluación	
Rúbrica A	

- Actividad 16:

Tabla 20. Descripción y contexto de la actividad 16.

A16	<i>Cámbiala por la de biomédico</i>	40 min
Justificación		
<p>En esta actividad se vuelven a trabajar contenidos de secundaria para mostrar otra aplicación de éstos en el mundo real, en este caso en ensayos biológicos para determinar si un compuesto tiene acción anti-tumoral. Todavía nos encontramos en la fase de descubrimiento de un fármaco.</p> <p>El trabajo realizado en el laboratorio biológico en esta fase escapa más al entendimiento del estudiantado, por eso se ha intentado simplificar en gran manera el contenido de información con el que se trabaja y resumirlo en actividades de relacionar y de verdadero y falso, incluyendo fotografías que faciliten la comprensión.</p> <p>Una vez más, se ha escogido la técnica 1, 2, 4 perteneciente a la metodología cooperativa para la ejecución de la actividad por las posibilidades de trabajo individual y grupal que ofrece.</p>		
Contenidos		
<ul style="list-style-type: none"> - Material y equipos de un laboratorio bioquímico: nombre y uso. - Técnicas y procedimientos de ensayos biológicos. - Cálculo de cantidades y concentraciones. - Conversión de unidades. - Células sanas y tumorales. - Orgánulo celular: mitocondrias y su función. - Reacciones químicas y bioquímicas. - Inmunología: proteína diana PD-L1. 		
Competencias	Objetivos	

CCL, CMCT, CPAA	O.E.1., O.E.4., O.E.9., O.E.11.
Metodología	Material
Aprendizaje Cooperativo: 1, 2, 4	<i>Cuaderno del Investigador</i> Ficha de Laura Vídeo de Laura
Descripción	
<p>En esta actividad se vuelven a resolver unas fichas de Laura para ayudarle a realizar la evaluación biológica de los compuestos orgánicos sintetizados y determinar si tienen actividad anti-tumoral. Los alumnos deberán resolver las dudas de Laura siguiendo la técnica de aprendizaje cooperativo 1, 2, 4, como en la actividad anterior.</p>    <p>La actividad comenzará con la visualización de un vídeo donde las investigadoras Eva y Raquel nos muestran los equipos y el material del laboratorio que necesitaremos y los procedimientos que llevaremos a cabo.</p>	
Evaluación	
Rúbrica A	

- Actividad 17:

Tabla 21. Descripción y contexto de la actividad 17.

A17	Role-playing-experimenting	55 min
Justificación		
<p>Esta actividad ya forma parte de la fase pre-clínica. La fase pre-clínica se caracteriza por los ensayos <i>in-vivo</i> en diferentes modelos animales. No obstante, existe bastante controversia sobre este tema. Por eso, la primera actividad de esta fase consistirá en un Role-playing donde los alumnos deberán asumir papeles de interpretación varios para debatir temas como:</p> <ul style="list-style-type: none"> - la elección del modelo animal - la ética de la experimentación animal con fármacos - la experimentación de cosméticos en animales <p>La ética se ha interpuesto muchas veces en el avance científico, ¿es esta una más?</p>		
Contenidos		
<ul style="list-style-type: none"> - Experimentación animal para testar fármacos en una fase pre-clínica previa a la fase experimental en humanos. - Elección del modelo animal: ratones o simios. Puntos a valorar: coste económico y de mantenimiento, tamaño de muestra, protocolos desarrollados, similitud con el modelo humano... - Experimentación de cosméticos en animales; prohibición en la UE desde 2013. 		
Competencias		Objetivos
CCL, CMCT, CPAA, CSC, SIE, CEC		O.E.1., O.E.6., O.E.11.
Metodología		Material
Participación activa: <i>Role-playing</i>		<i>Cuaderno del Investigador</i>
Descripción		
<p>La actividad implementa la metodología de participación activa con la técnica de Role-playing. Se plantean 3 casos diferentes a los estudiantes que deben escenificar, creando los diálogos con total libertad.</p>		

Los casos planteados se describen en el *Cuaderno del Investigador*, pero tratan los siguientes temas:

- Elección del modelo animal: ratones o simios.
- Experimentación animal en investigación vs grupos animalistas.
- Ley europea de prohibición de experimentación en animales con productos cosméticos.

En el primer caso se les plantean unos puntos a tratar, pues se trata de un tema más científico y no tienen por qué conocer las diferencias de los modelos animales. Por este motivo también, al trabajar tanto a nivel ético como experimental, se propone que dos grupos diferentes trabajen este caso. La clase, por tanto, se dividirá en 4 grupos.

1. Primero se formarán los grupos y se repartirán los casos.
2. Después se destinará un tiempo de aproximadamente 25 minutos para trabajar el tema y montar la escenografía.
3. Finalmente, cada grupo escenificará el caso durante 5 minutos, aproximadamente.
4. El resto de la clase deberá anotar en su *Cuaderno del Investigador* la postura que tomaría en el caso presentado, justificando el porqué.




Evaluación

Rúbrica C

- Actividad 18:

Tabla 22. Descripción y contexto de la actividad 18.

A18	To the rescUE	25 min
Justificación		
<p>Como se ha visto a lo largo del proyecto en varias actividades, el inglés tiene un peso muy importante en el mundo de la investigación. En esta actividad se muestra otro ejemplo más de la importancia de dominar el inglés en el mundo científico.</p> <p>Nuestros investigadores se encuentran con otro problema: no cuentan con el modelo de animal adecuado para realizar los ensayos y deben ponerse en contacto con otros grupos de investigación europeos vía <i>e-mail</i>.</p> <p>En este caso la actividad se desarrollará de forma individual y los estudiantes contarán con unas indicaciones como ayuda para la redacción.</p>		
Contenidos		
<ul style="list-style-type: none">- Redacción de un <i>e-mail</i> formal: gramática y vocabulario.- Contenidos tratados durante el proyecto para explicar la situación en la que se encuentran.		
Competencias	Objetivos	
CCL, CMCT, SIE	O.E.4., O.E.10.	
Metodología	Material	
Individual: <i>redacción</i>	<i>Cuaderno del Investigador</i> Indicaciones de Natalie	
Descripción		
<p>La actividad se realizará de forma individual: cada alumno deberá redactar un e-mail de carácter formal a un grupo de investigación dentro de la Unión Europea que cuente con las instalaciones y el modelo animal adecuado para realizar los ensayos pre-clínicos.</p> <p>Contarán con indicaciones que les facilita Natalie para la redacción en inglés, que se recogen en el <i>Cuaderno del Investigador</i>.</p>		
Evaluación		



Rúbrica B

- Actividad 19:

Tabla 23. Descripción y contexto de la actividad 19.


Icono	A19 - ¿La ética acaba donde empieza la ciencia?	30 min
Justificación		
<p>El fármaco ha conseguido pasar a la fase clínica, es decir, a los ensayos con humanos. No obstante, existen muchos casos controvertidos en los que la ciencia se ha impuesto a la ética y viceversa. Uno de ellos es el de Henrietta Lacks.</p> <p>Además, ¿hasta qué punto son voluntarios las personas que participan en la Fase I si en algunos ensayos son compensados económicamente?</p> <p>Todo esto se debatirá en la siguiente actividad, que se basará en la metodología de participación activa, en concreto en la técnica de debate grupal.</p>		
Contenidos		
<p>- La parte ética y la parte científica en los ensayos clínicos con humanos.</p> <p>- El caso de Henrietta Lacks.</p>		
Competencias		Objetivos
CCL, CMCT, CD, CPAA, CSC, CEC		O.E.1., O.E.6., O.E.11.
Metodología		Material
Participación activa: <i>debate grupal</i>		<i>Cuaderno del Investigador</i> Ordenadores
Descripción		
<p>La presente actividad se desarrollará siguiendo la técnica de debate grupal:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Formación de grupos de 4 a 6 miembros. 2. Nombrar a un coordinador y un secretario para organizar y dirigir el grupo. 3. Búsqueda de información en fuentes fiables de la red para comprender el caso nombrado y formar opiniones con una base argumentada. 4. Debate dentro del grupo pequeño y redacción de un informe sobre los puntos acordados (20 min). 5. Debate final con todo el grupo clase (20 minutos). 		
Evaluación		
Rúbrica C		



- Actividad 20:

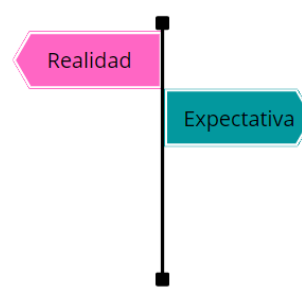
Tabla 24. Descripción y contexto de la actividad 20.

Icono	A20 – Empezamos investigando y acabamos diseñando	55 min
Justificación		
<p>Ya se acerca el final, y después de tantas actividades de investigación y las últimas reflexiones éticas, llega la hora de relajar la mente y dar rienda suelta a la creatividad para acabar de una forma divertida y libre.</p> <p>Además, con esta actividad se pretende construir un embalaje del fármaco que podrá rellenarse con golosinas u otros comestibles, y los estudiantes acabarán con un producto final como recuerdo del proyecto.</p>		
Contenidos		
<p>- Desarrollo de la creatividad: dibujo, pintura y eslogan.</p> <p>- Planificación y montaje de una caja funcional.</p>		

Competencias	Objetivos
CCL, SIE	O.E.4.
Metodología	Material
Individual: <i>creativa</i>	Material de artes plásticas
Descripción	
<p>La actividad consiste en planificar, dibujar, pintar, recortar y montar una caja que simula el embalaje final del fármaco. Para ello, los alumnos tienen total libertad de forma, colores y material a utilizar.</p> <p>Se realizará de forma individual para que todos acaben el proyecto con un producto material como recuerdo.</p>	
	
Evaluación	
Individual	

- Actividad 21:

Tabla 25. Descripción y contexto de la actividad 21.

Icono	A21 – Realidad vs. expectativa	20 min
Justificación		
Comenzamos la aventura con una reflexión acerca de las expectativas formadas con la presentación del proyecto. Ahora es el momento de comprobar si esas expectativas se han cumplido o no, si han sido mejores o si el resultado no ha sido el deseado.		
Contenidos		
- Reflexión sobre todos los apartados del proyecto y la sensación final.		
Competencias	Objetivos	
CCL, CPAA, CEC	¿	
Metodología	Material	
Individual: <i>Reflexión</i>	<i>Cuaderno del Investigador</i>	
Descripción		
Reflexión individual en el <i>Cuaderno del Investigador</i> .		
		
Evaluación		
El profesor tendrá en cuenta la reflexión para el apartado de evaluación global del proyecto.		

ANEXO II



¡Chicos! Tengo una noticia increíble para vosotros. ¡Por fin han salido las ayudas económicas europeas que estábamos esperando!

No sabéis de qué os estoy hablando, ¿verdad?

La Comisión Europea ha abierto el plazo de solicitudes para proyectos que tengan como objetivo el desarrollo de un fármaco.



¡Y nuestro grupo de investigación cumple todos los requisitos!

Así que ahora tenemos que convencerles de que nuestra línea de investigación sobre el cáncer es digna de esa dotación económica.

Este año las solicitudes consisten en un vídeo explicando la enfermedad a combatir, sus características y su importancia a nivel mundial. En nuestro caso, el cáncer.

Y ahora, os quiero presentar a alguien... ¡nuestros asesores!

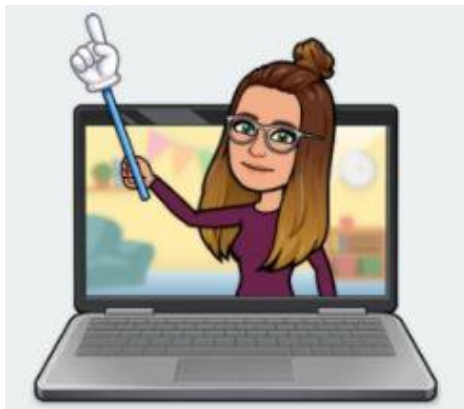




Yo soy Mike, especialista en medios audiovisuales. Laura ha contactado conmigo para ayudarnos en lo que pueda para crear un contenido digital visual y atractivo con el que conseguir el proyecto económico.

I'm Natalie. I'll advise you on how to address the international public.

Together we will achieve the challenge, you'll see!



Una última cosa chicos: para llevar control de los apartados que vamos trabajando, he pensado que cada uno podría tener un Cuaderno del Investigador y anotar todo lo necesario en él.

Y para estrenarlo, quiero que me contéis cómo os sentís después de esta gran noticia.

¿Creéis que lo conseguiremos?

¿Cuánto sabemos del cáncer ahora y cuánto sabremos al enviar la solicitud?

Y si nos dan el proyecto, ¿cómo desarrollaremos el fármaco? ¿Qué tendremos que hacer?

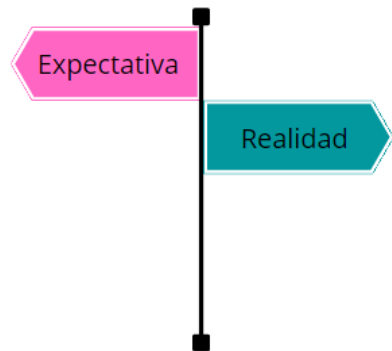
CUADERNO DEL INVESTIGADOR

Actividad 1. Expectativa vs Realidad

¿Qué te parecen las nuevas de Laura? ¿Crees que te gustará el proyecto? ¿Te ves preparado? ¿Qué sabes hasta ahora sobre el cáncer? ¿Sabrías explicarlo? ¿Crees que los asesores serán de ayuda o no los necesitaremos?

Y si nos diesen el proyecto... ¡tendríamos que desarrollar un fármaco desde el principio!

Será mejor que reflexionemos un poco acerca de cómo nos sentimos y así Laura seguro que puede ayudarnos mejor al conocer nuestras inquietudes.





Bueno, chicos, llegó la hora de ponerse manos a la obra. Primero vamos a repasar los conceptos básicos del cáncer y a asegurarnos de que somos capaces de explicárselo a nuestro público.

Sí, Laura. De hecho, yo he encontrado por aquí unos apuntes con mucho texto, pero creo que eso no es muy dinámico... ¿Por qué no los trabajamos un poco y creamos un mapa conceptual más visual?



CUADERNO DEL INVESTIGADOR

Actividad 2. El cáncer, ¿en texto o en imagen?

Vamos a trabajar por parejas los apuntes que ha encontrado Mike. ¿Cómo lo hacemos?

- 4) Un miembro de la pareja (A) lee el primer párrafo en voz alta. El otro miembro (B) escucha atentamente y sigue la lectura.
- 5) El investigador B le pregunta a A: “¿Cuál es la idea principal?”. El investigador A da su opinión y si los dos miembros estáis de acuerdo la subrayáis en el texto. En caso de que no sea así, debéis debatir hasta llegar a un consenso. Después pasáis al siguiente párrafo, pero ahora lee en voz alta B y pregunta el investigador A.
- 6) Una vez hayáis acabado de leer y subrayar el texto, debéis elaborar un mapa conceptual con las ideas principales y anotar todas las dudas que hayan surgido. En el mapa podéis añadir cualquier elemento que le aporte dinamismo y lo haga más visual y atractivo para el lector, como colores, viñetas o dibujos.



El texto es el siguiente:

QUÉ ES EL CÁNCER Y CUANDO SURGIÓ

El término “cáncer” no se refiere a una única enfermedad, sino que engloba un conjunto de más de 100 enfermedades diferentes. No obstante, en todas ellas se produce un crecimiento rápido y descontrolado de células que pueden invadir tejidos y órganos cercanos. El tipo de cáncer depende principalmente del tejido donde se origina, y el tratamiento y el pronóstico es diferente en cada caso.

Esta enfermedad se encuentra entre las primeras causas de defunción a nivel mundial, junto con las enfermedades cardiovasculares, las cerebrovasculares y las infecciones respiratorias.

La célula es la unidad morfológica y funcional de los seres vivos y es considerada la unidad más pequeña con vida porque realiza las tres funciones vitales de los seres vivos: nutrición, relación y reproducción. Además, cuando las células envejecen, mueren y son reemplazadas por células nuevas.

La estructura básica de las células está formada por tres partes: la membrana plasmática, el citoplasma (que contiene un líquido llamado citosol y los orgánulos celulares) y el material genético, conocido como ADN (ácido desoxirribonucleico). En las células animales el ADN se encuentra en el núcleo celular y contiene la información genética que se transmite a las células hijas en la división celular.

El ADN está formado por dos cadenas de nucleótidos. Un nucleótido está constituido a su vez por tres partes: una pentosa que es un monosacárido de cinco carbonos (desoxirribosa), un ácido fosfórico y una base nitrogenada. Las cuatro bases nitrogenadas presentes en el ADN son adenina, guanina, citosina y timina.

En las células eucariotas las dos cadenas de nucleótidos se unen a unas proteínas y forman lo que se conoce como cromatina, que durante la división celular se condensa y forma cromosomas. Los extremos de los cromosomas se conocen como telómeros y su función es proteger el material genético, pero se acortan con cada división celular.

Cuando una célula se ha dividido tantas veces que los telómeros ya no pueden cumplir su función, se autodestruye para evitar daños en su ADN, proceso que se conoce como apoptosis. A veces también puede sufrir modificaciones o mutaciones en su ADN y se daña la información genética. En este caso activa de nuevo el mecanismo de apoptosis para no replicarse y pasar la información defectuosa a las células hijas.

Sin embargo, las células cancerosas carecen de este mecanismo, lo cual resulta en la división descontrolada y la pérdida de su función específica. Para dividirse sin control necesitan nutrientes y oxígeno (O_2) y también deshacerse de residuos como el dióxido de carbono (CO_2) producido en la respiración celular, y lo consiguen creando una red de capilares y vasos sanguíneos muy desordenada y caótica.

Cuando muchas células defectuosas se juntan forman una masa de células anormales que se conoce como tumor. Los tumores provocan problemas por invadir y comprimir estructuras y órganos del cuerpo humano.

Algunas células tumorales también tienen la capacidad de separarse de la masa originaria y se desplazan por el corriente sanguíneo a otra parte del cuerpo donde formarán un nuevo tumor. Este proceso se conoce como metástasis.

El término “cáncer” lo acuñó Hipócrates en el siglo IV a.C. No obstante, se han encontrado evidencias en las momias del antiguo Egipto y anotaciones en referencia a una enfermedad similar en el Papiro de Edwin Schmidt (c. 1580 – 1550 a.C.), donde se detallaban casos de cáncer de mama. Sin embargo, algunos creen que este papiro es copia de otro atribuido a Imhotep (aproximadamente 2690 – 2610 a.C.), un erudito egipcio que destacó, entre otros, en el campo de la medicina.

El cáncer no solo afecta a los humanos, también afecta a animales. De hecho, se han encontrado evidencias incluso en huesos de dinosaurios.

Aunque el cáncer ha estado en nuestras vidas desde el principio, no hubo casi avance hasta el final de la Edad Media, ya que hasta entonces estaba prohibido practicar autopsias en los cuerpos humanos por la religión.

En el siglo XVIII se descubrió que no todos los cánceres tienen la misma causa, y que están formados por células. En 1895 se produjo el descubrimiento de los rayos X, a manos del físico alemán Wilhelm Conrad Röntgen, por el cual recibió el premio Nobel de Física en 1901. La primera radiografía que tomó fue de la mano de su mujer. Esta técnica supuso un gran avance para la detección de tumores.

No obstante, el descubrimiento que impulsó de manera definitiva el avance científico en el campo del cáncer fue el del ADN, al cual contribuyeron varios científicos. En 1869 el biólogo suizo Johann Friedrich Miescher se propuso aislar el núcleo de la célula para posteriormente realizar un análisis químico de éste. En esos ensayos identificó un nuevo grupo de sustancias a las que denominó nucleínas. Más tarde, Richard Altmann detectó la presencia de fósforo y las identificó como ácidos, dándoles el nombre de ácidos nucleicos. En 1910 el Premio Nobel de Medicina fue otorgado a Albert Kossel por el descubrimiento de hidratos de carbono y las cuatro bases nitrogenadas en la molécula del ADN.

De cualquier forma, el avance más destacado se produjo en el año 1953, cuando el físico Francis Crick y el biólogo James Watson determinaron la estructura de la doble hélice del ADN, lo que les valió el Premio Nobel de Medicina en 1962. Sin embargo, no hubiese sido posible sin la famosa Fotografía 51 que muestra la estructura helicoidal del ADN tomada por la química Rosalind Franklin, en la que se basaron los dos premiados para establecer sus conclusiones, y por lo que Rosalind Franklin no obtuvo ningún reconocimiento en su momento. Ya en el siglo XXI, en 2003, la Royal Society de Reino Unido creó el premio Rosalind Franklin como referente para ayudar a la carrera investigadora de las mujeres en la ciencia.



Me han encantado vuestros mapas conceptuales, ¡habéis superado mis expectativas!

Seguro que podemos sacarles partido en el vídeo final...

Estoy de acuerdo, Mike. ¡Buen trabajo!

Pero ya sabéis que vuestra jefa (yo) es un poco exigente... y creo que deberíamos centrarnos un poco más en los procesos de las células tumorales a nivel molecular.



Así que he diseñado una ficha para repasar los conceptos más importantes. ¿Por qué no la trabajáis en grupos y así practicáis también las explicaciones orales de cara a la solicitud?

También creo que deberíamos trabajar el proceso de metástasis... Voy a ver si diseño alguna otra ficha...



¿Más fichas? ¿Pero habéis visto la que nos ha dado?

Yo no recuerdo mucho sobre las fases de la división celular, pero por suerte buscando el texto encontré también unas infografías. ¡Espero que nos sirvan!

Y no os preocupéis, he pensado una actividad un poco más divertida para explicar la metástasis y así nos libramos de más fichas.

¡Y vendrá genial para el vídeo!



CUADERNO DEL INVESTIGADOR

Actividad 3. *¿Qué tienen las células tumorales que ya no son normales?*

Laura ha preparado una ficha con toda su buena intención, y dado que es la jefa deberíamos completarla. En el texto y los mapas conceptuales hay mucha información que nos podría servir, y Mike ha encontrado también una infografía que podría ser útil.

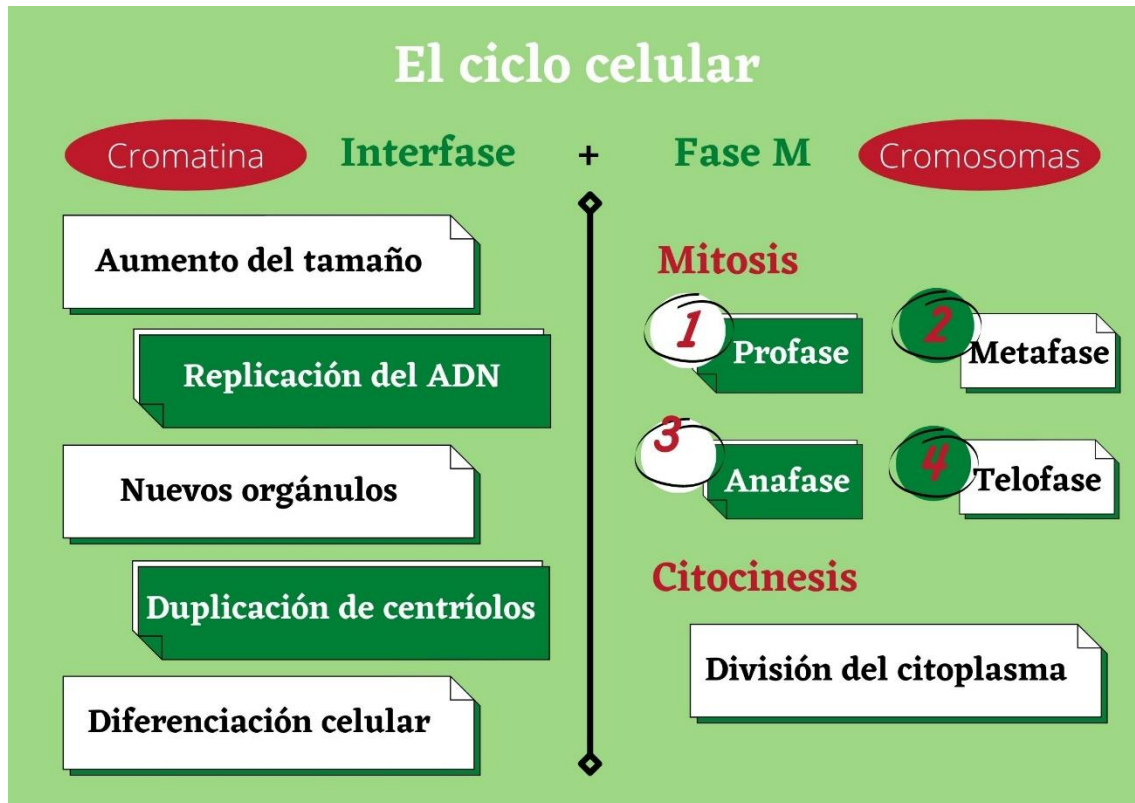
También ha dicho que podríamos completarla en grupo, así que ¿por qué no lo hacemos mediante la técnica de Lápicos al centro?

LÁPICES AL CENTRO

1. *Cada pregunta se lee en alto por un miembro del grupo*

2. *Entre todos acuerdan de forma oral cuál es la respuesta correcta.*

3. *Cogen los lápices de la mesa y escriben sus respuesta individualmente.*

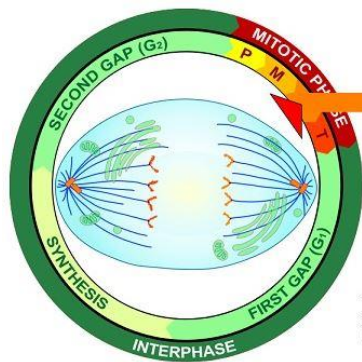
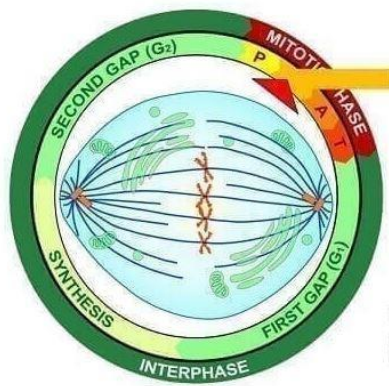


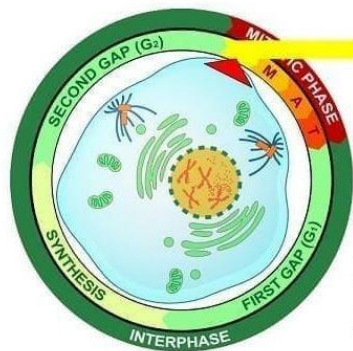
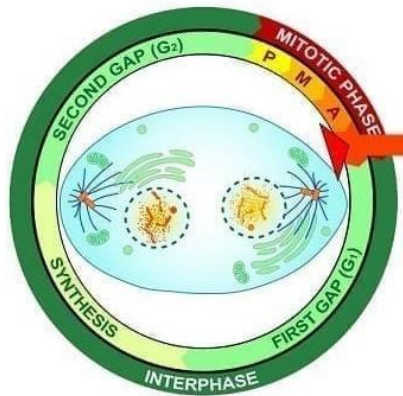
Ficha de Laura:

¿QUÉ TIENEN LAS CÉLULAS TUMORALES QUE YA NO SON NORMALES?

	SANA	TUMORAL
Célula humana	<p>- ¿Qué tipo de célula es?</p> <p>- ¿Cuáles son sus partes y orgánulos principales?</p> <p>- ¿Se diferencian en diferentes tipos según el tejido? ¿Conoces alguna?</p>	<p>- ¿Son especializadas y con funciones específicas?</p>
Núcleo celular	<p>- ¿Dónde se sitúa dentro de la célula humana y cuáles son sus partes?</p> <p>- ¿Qué contiene dentro y qué función tiene?</p>	<p>- ¿El ADN es igual que en las sanas? ¿Qué le ha ocurrido?</p>

<p>Ciclo celular</p>	<div data-bbox="507 197 991 683" data-label="Diagram"> <p>Diagrama circular del ciclo celular. El ciclo se divide en fases: G₁ (azul), S (rojo), G₂ (verde) y M (naranja). La fase M se divide en I (mitosis) y M (meiosis). Se muestran células en división y una célula en fase G₀.</p> </div> <p>- En el ciclo celular se diferencian dos fases, ¿cuál es la “I” y cuál es la “M”?</p> <p>- ¿Qué ocurre en la fase “I”?</p> <p>- ¿Qué ocurre en la fase “M”?</p>	<p>- ¿El ciclo celular dura lo mismo en las células tumorales?</p>
<p>División celular</p>	<p>- ¿Qué le ocurre al material genético durante la división celular?</p> <p>- La fase “M” se divide a su vez en 4 fases, ¿cuáles son? Relaciónalas con la imagen correcta y explica brevemente qué ocurre.</p>	<p>- ¿Qué necesitan las células cancerosas para dividirse tan rápido?</p>





<p>Muerte celular programada (Apoptosis)</p>	<p>- Cada vez que se produce la división celular, los nuevos cromosomas tienen los telómeros más cortos. ¿Las células se dividen un número infinito de veces? ¿Por qué crees que es?</p> <p>- ¿Qué ocurre cuando ya no pueden dividirse más?</p>	<p>- ¿Se produce el proceso de apoptosis en las células tumorales?</p> <p>- ¿Qué ocurre entonces?</p>

CUADERNO DEL INVESTIGADOR

Actividad 4. El viaje de la Metástasis.



Mike ha tenido una idea mejor que la de Laura de completar una ficha para comprender y explicar el proceso de la metástasis.

Como Mike es un experto en audiovisuales, su idea consiste en grabar una representación grupal del proceso de la metástasis y adjuntarlo en el vídeo que enviaremos como solicitud para el proyecto.

La escena a representar es la siguiente:

“Una persona acude a un bar a comprar su segundo paquete de tabaco del día y el vendedor le alerta de las consecuencias de fumar. Una célula del pulmón del fumador comienza la división celular. El material genético se duplica, pero comete varios errores en las bases de su ADN. El sistema de reparación va a actuar, pero no consigue repararlos todos. Las células hijas siguen dividiéndose y acumulando errores, diferenciándose cada vez más de la inicial. Dejan de realizar las funciones básicas porque ya solo quieren dividirse más rápido para ser muchas más, hasta que sean un tumor sólido. Para ello necesitan de nutrientes y oxígeno, y también quieren deshacerse de los desechos como el CO₂, así que empiezan a crear vasos sanguíneos de forma descontrolada que antes no estaban. Una de las células se quiere independizar y consigue separarse del tumor sólido para viajar por el vaso sanguíneo hasta llegar a su nuevo destino, el hígado. Una vez allí sigue reproduciéndose para formar un nuevo tumor. “



Los papeles a interpretar y que se elegirán por azar son: fumador, vendedor, células sanas, ciclo celular, interfase, diferentes fases de la mitosis, material genético, ADN, bases del ADN, mecanismo de reparación, células diferenciadas, células tumorales, vasos sanguíneos, oxígeno, glóbulos rojos, nutrientes, CO₂, corriente sanguínea, diferentes órganos, hígado.



Me ha encantado el vídeo sobre la metástasis, ¡se comprende perfectamente!

También he comprobado que ya domináis y sabéis explicar los aspectos sobre el cáncer a nivel celular, ¡genial!

Antes de que digas nada más Laura, he tenido una idea espectacular para recoger y mostrar la información más importante sobre las causas del cáncer y cómo prevenirlo. Además, nos ayudará a mejorar las exposiciones orales.



CUADERNO DEL INVESTIGADOR

Actividad 5. ¿Casualidad o causalidad?

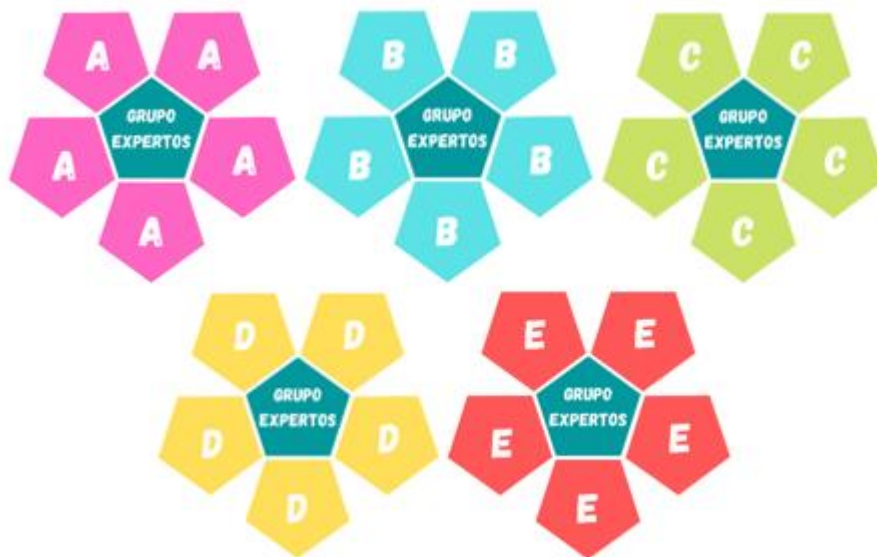
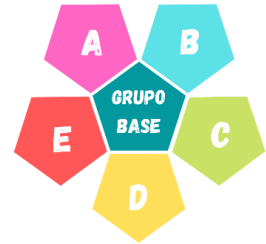
Mike nos ha cedido el mando y tenemos total libertad para diseñar 5 infografías visuales que expongan las posibles causas de desarrollo de un fármaco:

- a) Genética: factor hereditario.
- b) Tabaco, alcohol, dieta, sedentarismo.
- c) Lactancia, factores ambientales.
- d) Carcinógenos químicos.
- e) Virus, bacterias.

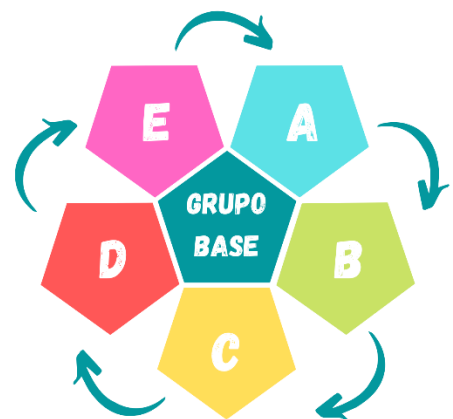
Dice que la plataforma Canva es ideal para ello, así que... ¡probémosla!

Además, Mike y Laura quieren reforzar las relaciones entre investigadores dentro del grupo, porque son muy importantes para lograr nuestro objetivo, y también quieren que todos estemos al tanto del trabajo grupal. Por eso, vamos a realizar los 5 póster siguiendo la técnica del puzzle de Aronson, ¿la conocéis?

1. Primero tenemos que formar 5 grupos iniciales, los grupos base.
2. En cada grupo base se nombra a un experto para cada uno de los apartados mencionados sobre las causas.
3. Los expertos de un mismo tema se reúnen y buscan información en la red: relación con tipos de cáncer, factores relevantes, prevención, estadísticas, ejemplos reales, etc.



4. Una vez se ha recogido la información necesaria, los expertos vuelven a los grupos base iniciales y la comparten con el resto de los compañeros.
5. El grupo base debe elaborar un póster que incluya todos los factores tratados, pero el responsable de cada apartado no puede ser el experto, se debe elegir a otro miembro del grupo como redactor y supervisor, aunque las decisiones de formato y contenido final se toman en grupo.



Por si no fuera poco, Mike quiere ir trabajando la expresión corporal y hablada durante las exposiciones orales para preparar el vídeo de la solicitud. Por eso, le ha propuesto a Laura que cada grupo exponga el póster diseñado durante unos 5 minutos de tiempo.

También ha dicho algo acerca de unos ODS, pero no sé a qué se refería. ¿Vosotros sabéis qué son los ODS? Mike dice que la actividad está muy relacionada con uno de ellos, pero yo no entiendo nada... ¿podrías informarte y aclararme a qué ODS se refiere y por qué?



*¡Esto era exactamente lo que buscaba!
Las infografías quedarán geniales en
la exposición y habéis hecho un gran
trabajo grupal. ¡Y encontrasteis el
ODS al que me refería!*

Como diría Natalie: I'm proud of you.

*No sabía que llevabas tan bien el inglés,
Mike. Pero, ¡estoy de acuerdo!*

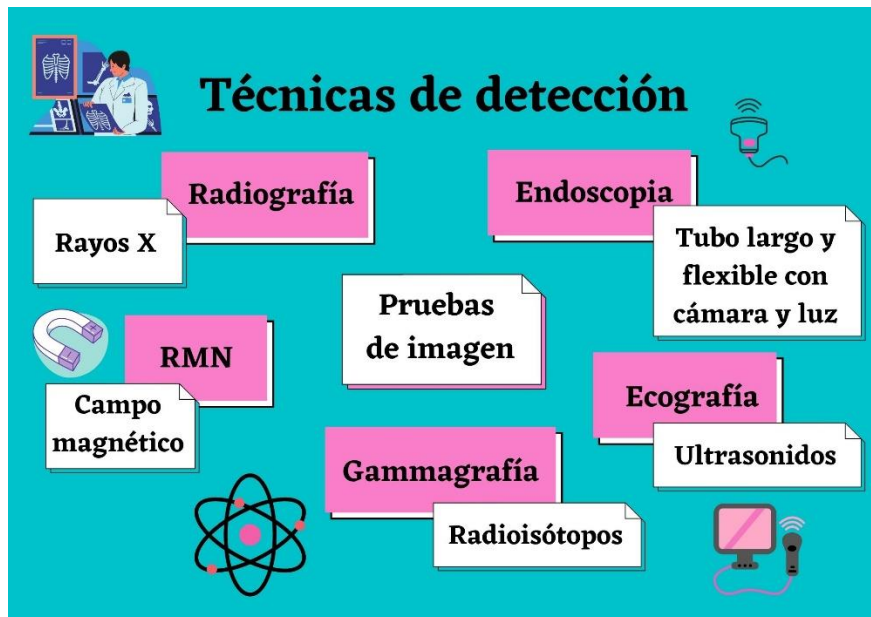
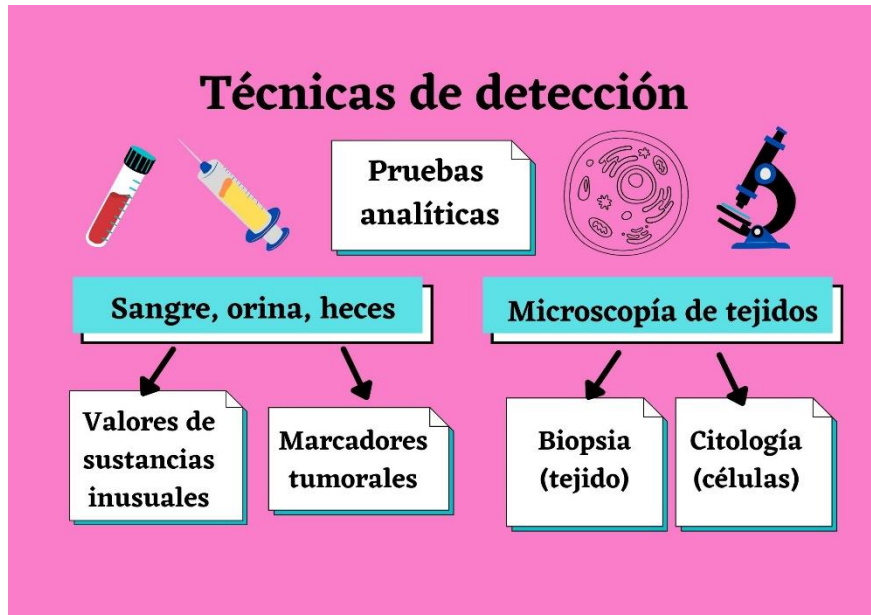
*Ahora toca recopilar las diferentes
técnicas de detección, y como sé que os
esforzasteis mucho la última vez, vamos
divertirnos un poco...*



















CUADERNO DEL INVESTIGADOR

Actividad 6. Detecta las parejas

Laura ha pensado que nos merecemos un poco de descanso, así que el siguiente punto a tratar, que son las técnicas de detección del cáncer, lo trabajaremos jugando. La jefa ha hecho la parte más costosa y ha diseñado estas infografías que recogen los conceptos básicos:



Mike, por otra parte, se ha encargado de diseñar las tarjetas para jugar al juego de encontrar la pareja. Así que lo primero que tenemos que hacer es recortarlas de la siguiente hoja:

<p>Pruebas analíticas</p> <p>Sangre, orina, heces</p> 	<p>Marcadores tumorales</p> 	<p>Pruebas analíticas</p> <p>Sangre, orina, heces</p> 	<p>Valores de sustancias inusuales</p> 
<p>Pruebas analíticas</p> <p>Microscopía de tejidos</p> 	<p>Citología (células)</p> 	<p>Pruebas analíticas</p> <p>Microscopía de tejidos</p> 	<p>Biopsia (tejido)</p> 
<p>Pruebas de imagen</p> <p>Ecografía</p> 	<p>Ultrasonidos</p> 	<p>Pruebas de imagen</p> <p>Endoscopia</p> 	<p>Tubo largo y flexible con cámara y luz</p> 
<p>Pruebas de imagen</p> <p>Gammagrafía</p> 	<p>Radioisótopos</p> 	<p>Pruebas de imagen</p> <p>Radiografía</p> 	<p>Rayos X</p> 

 <p>Pruebas de imagen</p> <p>RMN</p> 	 <p>Campo magnético</p> 	
---	--	--

Pero, ¿en qué consiste el juego?

Al inicio del juego todas las cartas están boca-abajo. El miembro del grupo más joven tiene el primer turno y debe levantar dos cartas.

- Si las cartas coinciden en técnica y característica correspondiente, el investigador podrá seguir levantando cartas. Pero primero deberá explicar brevemente por qué son pareja y con qué asignatura o rama científica la relacionaría.

- Si las cartas no son la pareja adecuada, le toca el turno al jugador de la derecha.

Gana el jugador que más parejas encuentre.



No os lo vais a creer, pero... aparte de este dedo gigante, he encontrado más textos que pueden resultarnos útiles para nuestro siguiente apartado: tratamientos contra el cáncer.

Así que... podríamos echarles un vistazo y sintetizar la información, o quizá esquematizarla, qué es más visual.



Me parece bien, Mike. Yo ya les he echado un vistazo y encajan a la perfección.

Aunque creo que podríamos afinar un poco más, así que he diseñado unas preguntas cortas para trabajarlo mejor.

CUADERNO DEL INVESTIGADOR

Actividad 7. Tratamiento de tratamientos

Laura y Mike lo tiene todo listo para la siguiente actividad, que parece bastante compleja y larga, puesto que actualmente hay muchos tratamientos contra el cáncer. Por suerte, vamos a trabajar en equipos y así cumpliremos nuestro objetivo a tiempo.

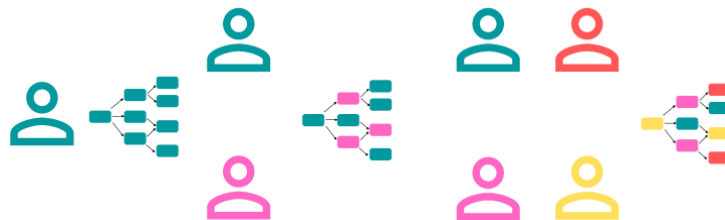
Los textos de Mike incluyen información sobre:

- Cirugía
- Radioterapia
- Quimioterapia
- Terapia dirigida
- Inmunoterapia
- Trasplantes
- Terapia hormonal



Por suerte Laura ha querido encargarse personalmente sobre las tres últimas opciones, así que con leer el texto y subrayar lo importante sobre ellas, será suficiente. No obstante, Mike quiere un esquema de cada una de las cuatro primeras. Así pues:

- 1) Primero dividiremos el grupo de investigación en 4 subgrupos.
- 2) Después se repartirá un tratamiento por grupo.
- 3) Para trabajar el texto seguiremos la técnica del 1, 2, 4:



- Cada miembro leerá individualmente el texto correspondiente y realizará un esquema con los conceptos importantes.
 - Después se formarán parejas dentro del grupo y comentarán los dos diseños individuales. A partir de estos crearán un nuevo diseño conjunto.
 - Finalmente se juntará todo el grupo y compartirán los diseños, a partir de los cuales crearán un esquema final.
- 4) Al acabar con el texto, el grupo en conjunto resolverá la actividad creada por Laura relacionada con el tratamiento trabajado.
 - 5) Para que todo el grupo de investigación esté al tanto de todos los tratamientos, cada grupo realizará una exposición de 5 minutos para explicar el esquema final y la actividad resuelta. Podrá hacer uso de la pizarra convencional.
 - 6) El resto de investigadores deberán anotar la información más relevante en su *Cuaderno del Investigador*.

Textos de Mike:

CIRUGÍA

La Real Academia Española define el término “cirugía” como: “especialidad médica que tiene por objeto curar operando la parte afectada del cuerpo”.

En el campo de la oncología la especialidad médica de cirugía se emplea tanto en diagnóstico como en tratamiento.

En diagnóstico se realizan cirugías para tomar muestras de tejido que parece anormal. Este procedimiento se conoce como biopsia, y puede ser muy diferente según el tipo de órgano del que se extraiga el tejido. La muestra se analiza mediante técnicas de microscopía para determinar si se trata de células malignas.

También se emplea la cirugía para determinar la estadificación del cáncer, es decir, la propagación y gravedad de éste. Para ello se examinan las áreas próximas al tumor detectado y, en especial, los ganglios linfáticos cercanos.

En cuanto a la cirugía aplicada como tratamiento, se habla de cinco tipos: cirugía curativa, cirugía para reducir el cáncer, cirugía paliativa, cirugía de apoyo y cirugía reconstructiva.

La cirugía curativa, también conocida como primaria, se lleva a cabo en estadios iniciales del cáncer, cuando el tumor está localizado y se puede extirpar completamente. Puede ser el único tratamiento o aplicarse junto con quimioterapia o radioterapia, tanto antes como después de éstos.

Cuando el tumor ya está más avanzado, y ha invadido tejidos u órganos importantes, no puede ser extirpado en su totalidad. En este caso se emplea la cirugía citorreductora para reducir el cáncer. La parte del cuerpo todavía afectada se trata con radioterapia, quimioterapia u otros tratamientos.

La cirugía paliativa se aplica en casos donde el avance del cáncer ha generado complicaciones que incomodan o incapacitan otras funciones del cuerpo. Un ejemplo es una obstrucción intestinal producida por la presión de un tumor abdominal. También se realiza para disminuir el dolor en situaciones donde no es suficiente con otra medicación. No se considera un tratamiento curativo porque no consigue eliminar la enfermedad, pero si aliviar los síntomas y el dolor de la persona afectada.

Por otra parte, la cirugía de apoyo no está directamente relacionada con las células tumorales en sí, sino que se realiza paralelamente para facilitar la administración de otros tratamientos. Por ejemplo, se utilizan dispositivos de acceso vasculares para administrar medicación o realizar extracciones sanguíneas evitando realizar inyecciones continuas en las extremidades del paciente.

El último tipo de cirugía empleado como tratamiento es la reconstructiva. Su objetivo es mejorar la apariencia corporal tras padecer un cáncer o restaurar la función de un

órgano afectado. El caso más conocido es la reconstrucción de los senos después una mastectomía, una cirugía curativa para tratar el cáncer de mama.

Finalmente, también se emplea la cirugía para prevenir algunos tipos de cáncer. Se conoce como cirugía preventiva o profiláctica. Se realiza antes de la aparición del cáncer y consiste en la extirpación de tejidos u órganos que tienen un alto riesgo de convertirse en malignos. Por ejemplo, se conocen dos genes, *BRCA1* y *BRCA2*, involucrados en la aparición de un tipo de cáncer de mama. Estos genes tienen carácter hereditario, es decir, se pasan entre generaciones. Algunas mujeres deciden someterse a una cirugía profiláctica para extirparse los senos y eliminar la posibilidad de padecer un cáncer de mama.

RADIOTERAPIA

La Real Academia Española define el término “radioterapia” como: “tratamiento de las enfermedades, y especialmente del cáncer, mediante radiaciones”.

Se trata de uno de los tratamientos más comunes contra el cáncer y también se conoce como radiación, irradiación y terapia de rayos X.

La radioterapia consiste en la irradiación o aplicación de partículas u ondas con elevada energía para destruir las células tumorales al dañar el material genético de éstas e impedir que sigan dividiéndose. Se emplean rayos X, rayos gamma o rayos de electrones o protones.

Los tratamientos de radioterapia se caracterizan por aplicarse en una zona localizada del cuerpo o diseñarse de forma que se dirijan a la zona afectada. Las células sanas adyacentes al tumor también pueden verse afectadas, pero la mayoría se regeneran y vuelven a tener una función normal.

Este tratamiento puede aplicarse en solitario o en conjunto con otros tratamientos como quimioterapia, terapia dirigida o cirugía, dependiendo del tipo de cáncer o del estado de éste.

Los casos en los que se aplica y los objetivos que persigue también son varios. En etapas tempranas se usa para curar o reducir el tamaño de un cáncer. En casos donde el cáncer puede propagarse a otras partes del cuerpo, se aplica radioterapia para evitar que esto ocurra; un ejemplo es el cáncer del pulmón, que en muchas ocasiones metastatiza en el cerebro y por eso se aplica radioterapia en la zona cerebral antes incluso de confirmar que hayan aparecido células cancerosas. También se emplea como radiación paliativa en los casos más avanzados para aliviar problemas como dolor o dificultad para cumplir funciones respiratorias o intestinales. Finalmente, también se emplea en casos donde el cáncer ha reaparecido.

En los que a la forma de administración se refiere, se conocen tres formas: radiación externa, radiación interna y radiación sistémica.

La radiación externa, como su propio nombre indica, se aplica desde fuera del cuerpo. Se irradia desde un instrumento que dirige los rayos de alta energía a la zona donde se encuentra el tumor, y por eso se trata en centros sanitarios. Generalmente se administra durante semanas e incluso varias veces al día. No obstante, la persona bajo tratamiento no retiene ningún tipo de material radioactivo y no debe tomar precauciones especiales.

La radiación interna se conoce como braquiterapia y consiste en una fuente localizada dentro del cuerpo y cerca del tumor. Se deben cumplir algunas precauciones especiales durante el tiempo que el material radioactivo está activado, tras ese periodo deja de emitir radiación.

La radiación sistémica, a diferencia de las dos anteriores, no se aplica en una zona localizada, sino que este tipo de fármacos (radiofármacos) se administran por vía oral o por vía intravenosa y recorren todo el cuerpo. No obstante, está diseñada para acumularse en la zona afectada por el tumor. En este caso también deben seguirse algunas precauciones especiales durante un tiempo.

QUIMIOTERAPIA

Según la Real Academia Española el término “quimioterapia” tiene dos acepciones: (1) “tratamiento de las enfermedades por medio de productos químicos”; (2) “tratamiento del cáncer con productos químicos”.

La quimioterapia, a diferencia de la cirugía y la radioterapia, no actúa de forma localizada, sino que los medicamentos se distribuyen por todo el cuerpo, por eso se considera un tratamiento sistémico. Este hecho permite no solo tratar la zona donde se encuentra el tumor primario sino también metástasis que se haya formado.

Los objetivos de aplicar tratamientos de quimioterapia abarcan la curación, el control y la paliación. En la curación se persigue la curación completa de la enfermedad. En caso de que esto no sea posible, se intenta controlar el tamaño y la diseminación de las células cancerosas a otras partes del cuerpo. Hay tratamientos de quimioterapia con carácter crónico. Si la enfermedad se encuentra en una etapa muy avanzada, se aplica la quimioterapia para la paliar el dolor y mejorar la calidad de vida de la persona afectada.

Para determinar qué tipo de medicamentos deben administrarse en cada caso se tiene en cuenta muchos factores, entre ellos: el tipo de cáncer, la etapa, la edad de la persona, los medicamentos adicionales que toma y otras afecciones que pueda sufrir.

La dosis adecuada depende principalmente del medicamento, de la forma de administración y del área superficial del cuerpo (BSA) que tiene en cuenta el peso y la altura del paciente.

Las formas más comunes de administración de fármacos en quimioterapia son por vía intravenosa o inyectable o de forma oral o tópica.

A nivel celular, los fármacos actúan interrumpiendo el ciclo celular de las células tanto sanas como tumorales. No obstante, las células que más afectadas se ven son aquellas que se reproducen más rápido, como la tumorales o como los folículos pilosos, es decir, las células involucradas en el crecimiento del pelo. Por este motivo, muchos pacientes tratados con quimioterapia pierden el cabello durante su tratamiento, y lo recuperan al finalizar éste, porque la mayoría de células sanas se regeneran.

TERAPIA DIRIGIDA

La terapia dirigida emplea medicamentos para tratar de forma precisa algunos tipos de células cancerosas. Sin embargo, se puede utilizar en combinación con otros tratamientos, como quimioterapia, cirugía o radioterapia.

Técnicamente es considerada como un tratamiento de quimioterapia, pues también se trata de compuestos químicos que actúan contra las células tumorales. No obstante, se diferencia en dos cosas con la quimioterapia tradicional. El objetivo de los medicamentos administrados en terapia dirigida consiste en afectar únicamente a las células malignas, sin producir ningún efecto en las células normales. Además, no solo destruyen las células cancerosas, como es el caso de la quimioterapia tradicional, sino que impiden la reproducción y división de éstas.

La especificidad de los medicamentos por las células cancerosas tiene su base científica en atacar sustancias características de éstas, como proteínas que se secretan en exceso, proteínas propias de las células tumorales, proteínas que han sufrido alguna mutación o cambios genéticos en el ADN que difieren de las células normales.

La acción de estos medicamentos consiste en: bloquear o desactivar la función de las proteínas que favorecen el crecimiento de las células tumorales; modificar estas proteínas; impedir el crecimiento o destruir la formación de vasos sanguíneos que utiliza el tumor para alimentarse; activar el sistema inmunitario; llevar toxinas a las células tumorales para su destrucción.

Algunos medicamentos utilizados en el tratamiento de terapia dirigida son más específicos que otros y se clasifican en dos grupos: moléculas pequeñas y moléculas grandes.

Las moléculas pequeñas están diseñadas para entrar dentro de la célula y actuar sobre sustancias intracelulares.

Las moléculas grandes no pueden traspasar la membrana celular por su tamaño y tienen su acción en el exterior, interaccionando con proteínas o enzimas situadas en la superficie de la membrana celular.

INMUNOTERAPIA

Los tratamientos de inmunoterapia no tienen como objetivo destruir las células tumorales directamente, sino que su propósito radica en activar el sistema inmune del paciente para que las células defensivas del sistema inmune sean las encargadas de eliminar las cancerosas.

Los medicamentos empleados en este tipo de tratamiento pueden tener naturalezas diferentes. Algunos fármacos consisten en compuestos químicos sintetizados mediante reacciones químicas. Otros son sustancias biológicas, como los anticuerpos monoclonales, que son proteínas del sistema inmune también fabricadas artificialmente en el laboratorio. También existe otro procedimiento muy específico en el que se extraen células defensivas del paciente para ponerlas en contacto con un medicamento que las active y se vuelven a introducir de nuevo en el cuerpo humano.

TRASPLANTES DE CÉLULAS MADRE

Este tratamiento también se conoce como trasplante de médula ósea, porque es de donde se extraen la mayor parte de células madre. Este tipo de células son muy jóvenes y no tienen ninguna función específica, por lo cual pueden convertirse en cualquier tipo de célula sanguínea: glóbulos rojos, glóbulos blancos y plaquetas.

Este tratamiento se utiliza principalmente para tratar cánceres que afectan a la médula ósea.

TERAPIA HORMONAL

Las hormonas son sustancias que produce el cuerpo para regular la función de algunos tipos de células. Algunas hormonas conocidas son las sexuales, como los estrógenos, la testosterona y la progesterona, u otras como la insulina o la adrenalina.

Algunos tipos de cánceres utilizan ciertas hormonas para crecer y proliferar, lo cual también se convierte en un mecanismo de acción para combatirlo. La terapia hormonal se emplea para bloquear las hormonas involucradas y ralentizar o detener el desarrollo del cáncer.

Actividades de Laura:

CIRUGÍA

En siguiente fotografía se muestra una imagen de resonancia magnética de un glioma maligno (un tumor cerebral). Calcula el tamaño real del tumor.



RADIOTERAPIA

El isótopo de yodo I-131 se utiliza en el tratamiento de cáncer de tiroides. Se acumula en las células de la tiroides emitiendo radiación que destruye la glándula tiroidea y cualquier otra célula tiroidea, incluyendo las cancerosas.

¿Dónde se sitúa el elemento yodo en la tabla periódica? ¿Cuáles son sus propiedades?
¿Qué es un isótopo? ¿Cuántos protones, neutrones y electrones tiene este isótopo?
¿Existen más isótopos del yodo? ¿Son radioactivos?

QUIMIOTERAPIA

Para calcular la dosis de medicación adecuada a cada paciente se tienen en cuenta varios factores como el tipo de medicamento, el rango de edad, otros tratamientos recibidos y, en especial, el área superficial del cuerpo (BSA).

¿A qué hacen referencia las siglas en inglés BSA? ¿Qué dos parámetros tiene en cuenta? ¿Qué unidades de medida utiliza? ¿Por qué? Calcula tu BSA mediante la siguiente fórmula:

$$BSA = \sqrt{W \times H / 36000}$$

TERAPIA DIRIGIDA

La terapia dirigida es una rama de la quimioterapia en la que los medicamentos actúan específicamente sobre las células cancerosas. Los compuestos van “dirigidos” a bloquear la función de ciertas proteínas expresadas por las células tumorales que son responsables del crecimiento descontrolado de éstas.

¿Qué es una proteína? ¿Cuáles son sus componentes básicos? ¿Qué estructuras tienen las proteínas? ¿Y funciones?

AL FIN !



¡Gran trabajo, investigadores!

*Ya solo nos queda un punto más
antes del diseño final del vídeo para la
solicitud del proyecto:*

*¿Cuánta gente está afectada por el
cáncer?*

Hi guys! Let me help!

*I've found some cards with people of
different ethnicities, ages and who
suffer from some type of cancer.*



*I don't think I have collected all of them because there is
also a table with indications of the data that each of them
should contain. But don't worry, because I have designed a
template for us to fill in the missing ones.*



That's perfect, Natalie!

*The table is very large and with very
small print so extracting the data from
there will be very tiring and boring. The
idea of creating the cards is great!*

*But why don't we include some extra cards to see how the
statistics change? Do you think the sample will be
representative?*

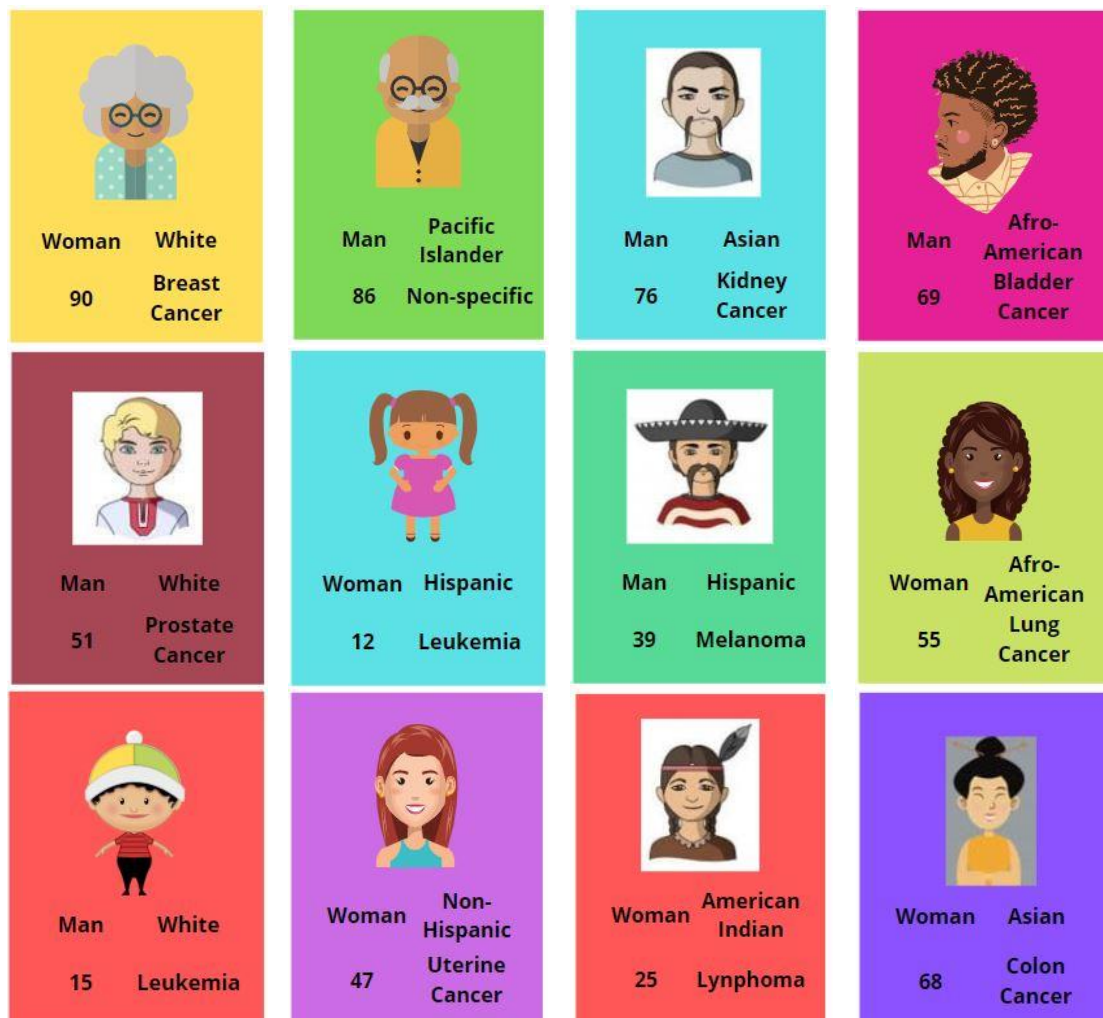
CUADERNO DEL INVESTIGADOR

Actividad 8. Do Statistics To Stop Cancer

Natalie ha encontrado 12 tarjetas sobre personas que padecen algún tipo de cáncer, pero cree que hay muchas más perdidas. Por suerte también ha encontrado una tabla que incluye todas las combinaciones de las tarjetas.

Laura cree que será más fácil extraer los datos estadísticos con las tarjetas físicas, porque se pueden agrupar según el factor estudiado en cada momento; sexo, raza, edad o tipo de cáncer.

- Las tarjetas de Natalie son estas:



- Natalie también ha diseñado plantillas en blanco para crear todas las tarjetas que faltan:

Gender

Age

Race/Ethnicity

Type of cancer

Gender

Age

Race/Ethnicity

Type of cancer

Gender

Age

Race/Ethnicity

Type of cancer

Gender

Age

Race/Ethnicity

Type of cancer

Gender

Age

Race/Ethnicity

Type of cancer

Gender

Age

Race/Ethnicity

Type of cancer

Gender

Age

Race/Ethnicity

Type of cancer

Gender

Age

Race/Ethnicity

Type of cancer

Gender

Age

Race/Ethnicity

Type of cancer

Gender

Age

Race/Ethnicity

Type of cancer

Gender

Age

Race/Ethnicity

Type of cancer

Gender

Age

Race/Ethnicity

Type of cancer

Gender

Age

Race/Ethnicity

Type of cancer

Gender

Age

Race/Ethnicity

Type of cancer

Gender

Age

Race/Ethnicity

Type of cancer

Gender

Age

Race/Ethnicity

Type of cancer

Gender

Age

Race/Ethnicity

Type of cancer

Gender

Age

Race/Ethnicity

Type of cancer

Gender

Age

Race/Ethnicity

Type of cancer

Gender

Age

Race/Ethnicity

Type of cancer

¿Qué tenemos que hacer nosotros?

1. Primero debemos **recortar y completar las tarjetas en blanco con las combinaciones de la tabla** que se muestra a continuación, teniendo en cuenta qué significa cada abreviatura que aparece en la leyenda:

Leyenda de la tabla:

Factor	Abreviatura	Factor	Abreviatura
Hombres	H	Hispanic	His
Mujeres	W	Non - Hispanic	NH
< 20 años	< 20	C. Mama	Ma
20 – 34 años	20 – 34	C. Próstata	Pt
35 – 44 años	35 – 44	C. Pulmón	Pl
45 – 54 años	45 – 54	C. Colon	C
55 – 64 años	55 – 64	C. Melanoma	Me
65 – 74 años	65 – 74	C. Vejiga	V
75 – 84 años	75 – 84	C. Linfoma	Linf
> 84 años	> 84	C. Riñón	R
White	Wh	C. Útero	U
Black	B	C. Leucemia	Leu
Asian/Pacific Islander	API	C. Otros	Otro
American Indian/ Alaska Native	AI		

POR EJEMPLO:

- La fila 1 es un hombre, de menos de 20 años, de raza blanca, que sufre leucemia.

Tabla con datos de las tarjetas a diseñar:

	Género		Edad								Raza/Etnia						Tipo de cáncer											
T	M	W	<20	20 - 34	35 - 44	45 - 54	55 - 64	65 - 74	75 - 84	>84	W h	B	API	AI	His	NH	Ma	Pt	PI	C	Me	V	Linf	R	U	Leu	Otro	
1	x		x								x															x		
2	x		x									x														x		
3	x			x							x							x									x	
4	x			x							x							x										
5	x			x								x						x										
6	x			x								x						x										
7	x			x												x		x										
8	x			x												x					x							
9	x			x												x							x					
10	x				x						x							x										
11	x				x						x							x										
12	x				x							x						x										
13	x				x							x						x										
14	x				x								x					x										
15	x				x								x					x										
16	x				x									x						x								
17	x				x										x					x								

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

2. Una vez tenemos todas las tarjetas con los datos de la tabla, que son 400, **las agruparemos según el factor que estemos estudiando para calcular** los siguientes porcentajes de gente afectada:

- % del total según el género
- % del total según la edad
- % del total según el tipo de cáncer
- % del total según la raza/etnia
- % del género en cada raza/etnia

3. Laura no sabe si la muestra es suficientemente grande como para ser representativa de la realidad, ¿vosotros qué creéis? Para comprobarlo ha propuesto crear algunas

tarjetas aleatorias y volver a calcular la estadística. Por lo que: **cada investigador debe diseñar 2 tarjetas con la combinación de factores que elija.**

4. Ahora debemos **calcular de nuevo los porcentajes** teniendo en cuenta todas las tarjetas nuevas creadas por los investigadores.

5. Ya sabéis que a Laura le encantan las fichas, y esta vez ha contado con la ayuda de Natalie, así que el siguiente paso es **completar la ficha para extraer conclusiones de los datos obtenidos.**

- Ficha de Laura y Natalie:

DO STATISTICS TO STOP CANCER

1. Look at the following data that belongs to the Surveillance, Epidemiology and End Results Program (SEER) of the National Cancer Institute (NCI).

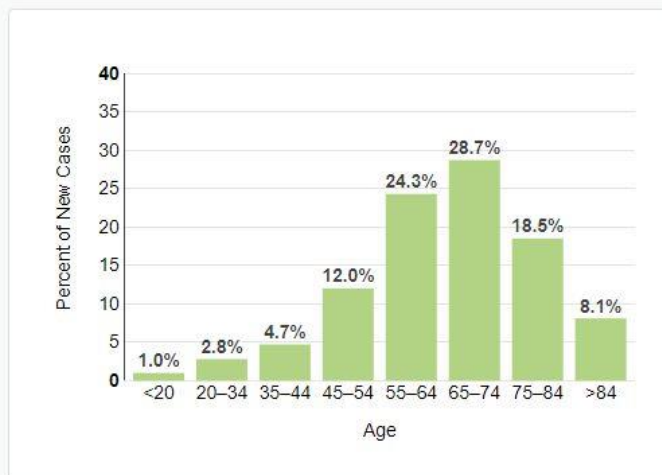
Common Types of Cancer	Estimated New Cases 2021
1. Breast Cancer (Female)	281,550
2. Prostate Cancer	248,530
3. Lung and Bronchus Cancer	235,760
4. Colorectal Cancer	149,500
5. Melanoma of the Skin	106,110
6. Bladder Cancer	83,730
7. Non-Hodgkin Lymphoma	81,560
8. Kidney and Renal Pelvis Cancer	76,080
9. Uterine Cancer	66,570
10. Leukemia	61,090
-	-
Cancer of Any Site	1,898,160

Rate of New Cases per 100,000 Persons by Race/Ethnicity & Sex: Cancer of Any Site



SEER 21 2014–2018, Age-Adjusted

Percent of New Cases by Age Group: Cancer of Any Site



Cancer of any site is most frequently diagnosed among people aged 65–74.

Median Age
At Diagnosis

66

SEER 21 2014–2018, All Races, Both Sexes

Compare the results obtained from the two populations studied (400 cards and 400 cards + own material) with those that appear in the graphs.

- Is any sample population closer to reality? Which?

- How does the addition of the designed cards influence the results? Why?

- Do you think that 400 cases are a representative sample of reality?

2. Represent graphically the results obtained using Excel tools. You can design the graphics you need.



¡Increíble, chicos! Habéis hecho un trabajo excelente hasta ahora, y ya solo nos queda montar el vídeo con todo.

Vamos a organizarnos en varios grupos y cada uno se preparará una pequeña explicación oral para mostrar el contenido del apartado que le corresponda.

I wanna help! And I have some news that you maybe want to hear: we can make the video in the language we want as long as we subtitle it in English later.

So you can do it in Spanish and I will translate it.



Mejor, Natalie. Porque si tuviese que hacerlo yo... no sé cómo saldría...

Ya me encargaré yo de montar los vídeos y editarlos... ¡que se me da un poco mejor!

CUADERNO DEL INVESTIGADOR

Actividad 9. *Together lo conseguiremos*



Ha llegado el momento decisivo de crear el vídeo para la solicitud del proyecto económico. Laura está convencida de que con el trabajo que hemos hecho, y con la ayuda de todos en este paso final, conseguiremos la financiación para desarrollar un fármaco contra el cáncer.

Mike se encargará de montar en uno solo los vídeos que grabemos de cada apartado y Natalie subtitulará el vídeo en inglés.

¿Qué hacemos nosotros?

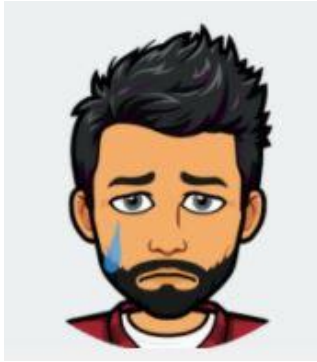
Recopilaremos la información y el material diseñado y redactaremos en grupo pequeños guiones para explicar cada apartado. Cuando estemos listos para exponerlo haciendo uso del material visual, Mike nos grabará. El orden no importa; ya se encargará luego él del montaje.

El material que tenemos hasta ahora es:

- Actividad 2: mapa conceptual sobre el cáncer y su historia.
- Actividad 3: ficha sobre el cáncer a nivel celular.
- Actividad 4: vídeo grupal sobre la metástasis.
- Actividad 5: pósteres sobre las causas y prevención del cáncer.
- Actividad 6: infografías sobre técnicas de detección del cáncer.
- Actividad 7: esquema o mapa conceptual de tratamientos contra el cáncer.
- Actividad 8: gráficos creados con la estadística real de gente afectada por alguna enfermedad del cáncer.

Como algunos trabajos ya los hicimos en grupo, la mejor forma de agruparnos para cubrir el material conjunto será la siguiente:

4. Formar 5 grupos sin tener en cuenta ninguna agrupación anterior para tratar los contenidos de las actividades 2, 3, 6, 8 y los tres últimos tratamientos de la actividad 7.
5. Un vez concluidos y grabados esos apartados, nos agruparemos según los grupos formados para la actividad 5, y cada grupo se encargará de presentar su póster.
6. Después nos agruparemos en 4 grupos según lo hicimos para trabajar los tratamientos contra el cáncer en la actividad 7.
7. Y ya no tenemos que hacer nada más, pues el vídeo de la actividad 4 ¡ya lo grabamos en su día!



Chicos, tenemos un problema. Laura y Natalie se han ido al congreso donde se expondrán los vídeos como representantes del grupo. Necesitan tener el vídeo final en una hora, y yo... yo...

¡La he liado parda!

Estaba acabando los últimos retoques y no sé cómo los subtítulos se han descuadrado o han desaparecido palabras... ¡y no sé nada de inglés!



Tenéis que ayudarme, por favor. Vosotros los investigadores sabéis mejor que nadie lo importante que es el inglés, y seguro que con vuestros conocimientos... ¡lo conseguiremos a tiempo!

CUADERNO DEL INVESTIGADOR

Actividad 10. Salvar al soldado Mike

Mike está muy triste y preocupado por no poder presentar el vídeo a tiempo por su culpa o presentarlo y que el vídeo tenga algún error de lenguaje. Así que, ¡tenemos que ayudarlo!

Mike ha recopilado todas las dudas que tiene en una ficha, y nos ha dado toda la información que puede sobre cada una de ellas. ¡Vamos a resolverlas!

Aunque no tenemos mucho tiempo, así que... ¿por qué no lo intentamos resolver primero de forma individual y después lo comentamos por parejas, en grupos de 4 y luego ya todos juntos? Es decir, ¡con la técnica del 1, 2, 4 que ya conocéis!

- Ficha de Mike:

SALVAR AL SOLDADO MIKE

- 1. Algunas palabras han desaparecido por completo, pero se dicen en español en el vídeo. ¿Podrías traducirlas?**

- | | |
|-----------------------|--------------------|
| - Enfermedad: | - Hacer deporte: |
| - Cáncer: | - Virus: |
| - Tumor: | - Bacteria: |
| - Células: | - Sangre: |
| - Órgano: | - Orina: |
| - Núcleo celular: | - Ecografía: |
| - Material genético: | - Cirugía: |
| - Proteína: | - Trasplante: |
| - Causa: | - Inmunología: |
| - Prevención: | - Cáncer de colon: |
| - Premio Nobel: | - Riñón: |
| - División celular: | - Vejiga: |
| - Fase celular: | - Linfoma: |
| - Metástasis: | - Leucemia: |
| - Oxígeno: | - Útero: |
| - Isótopo: | - Indio americano: |
| - Dióxido de carbono: | - Cáncer de mama: |
| - Alcohol: | - Población: |
| - Sedentarismo: | - Edad: |
| - Fumar: | - Género: |
| - Vida saludable: | |

2. También parece que se han descolocado algunas palabras en varias frases o contienen algún error gramatical, pero puede que alguna esté bien. ¿Podrías identificar la erróneas y corregirlas?

- Evidence of cancer have been found in bones dinosaur.

- The mitosis process divided is into 4 phases: prophase, metaphase, anaphase and telophase.

- Some types of cancer are hereditary, that is, they are transmitted from generation to generation.

- Screening techniques are based in laboratory tests, such as blood tests, and imaging tests, such as an X-ray.

- The goal of treatments immunotherapy is to activate the immune system instead of directly killing cells tumor.



¡Lo habéis dado todo, chicos!

Sois los mejores, muchas gracias por ayudarme, ¡hemos salvado el vídeo!

Y ahora estaba pensando que no tenemos logo del grupo, ni un nombre que nos haga justicia...

Aún nos queda un poco de tiempo, ¿por qué no dais rienda suelta a vuestra imaginación y así le ponemos la guinda al pastel?

CUADERNO DEL INVESTIGADOR

Actividad 11. Un equipo creativo

Mike está rebosante de alegría porque con nuestra ayuda el vídeo ha quedado perfecto y lo hemos editado a tiempo. Pero siempre se puede hacer más, así que Mike ha pensado que podríamos diseñar un logo para el grupo de investigación y también buscar un nombre apropiado.



Eso sí, tenemos total libertad para el diseño, así que cada uno creará el suyo personal, tanto el logo como el nombre, y después el grupo en conjunto elegirá democráticamente cuál le gusta más o si pueden juntar varias ideas para conseguir algo mejor.



No os lo vais a creer, chicos, pero nos han concedido el proyecto económico...

Podremos cumplir nuestro objetivo de desarrollar un fármaco contra el cáncer desde el principio...

Claro que lo creemos, Laura. ¡Hemos hecho un trabajo magnífico entre todos y nos lo merecíamos!

Yo no sé si podré ayudar mucho más en lo que viene, pero... ¡contad conmigo para lo que sea!



That's amazing, guys! I'm really proud of you. I knew that we would make it.

I can't wait to know what the next step is. How would you say it in Spanish?

Pues estaba pensando en cómo podríamos planificar todo lo que viene por delante, y creo que la mejor forma es repasar las fases a superar para desarrollar un fármaco desde el inicio hasta su comercialización.

¿Alguna idea, Mike?





Sí, creo que tengo algo que encaja a la perfección con lo que buscas... y que les va a encantar a nuestros investigadores...

¡Un juego!

CUADERNO DEL INVESTIGADOR

Actividad 12. De fase en fase y tiraría si acertase

¡Por fin lo hemos conseguido! Ahora debemos ponernos ya con el desarrollo del fármaco así que repasemos cuáles son las fases que debemos superar.

Mike ha preparado un juego híbrido entre *El trivial* y *La Oca*, que se titula *Las Fases*. El objetivo del juego es ser el investigador más rápido en llegar a la casilla final, que contiene el logo de nuestro grupo. Sin embargo, para poder lanzar el dado primero deberá responder correctamente a una pregunta.

Las reglas del juego son las siguientes:

- Todos tiran el dado una primera vez y empieza el investigador que obtenga el número más elevado. Después se seguirá jugando en el sentido de las agujas del reloj.
- Para poder avanzar el investigador deberá acertar la pregunta que le lance el compañero de su derecha. Las preguntas tratan sobre las fases de desarrollo de un fármaco.
- Se respetarán las normas de cada casilla del juego de Las Fases, que se indican en la siguiente hoja.
- Cada casilla contiene información acerca de algún tema relacionado con la ciencia, incluida en la hoja con las normas del juego; el jugador leerá la información en alto y hará un comentario al respecto: si le parece interesante, conocía o no la información, etc.
- Las tarjetas se barajarán al inicio y cuando se agoten, para seguir jugando.

A Laura le ha encantado la idea, pero también quiere que quede claro el orden de las fases y en qué consiste cada una de ellas. Así pues, al finalizar el juego cada investigador deberá incluir un esquema o línea del tiempo individualmente en su Cuaderno del

investigador sobre las diferentes fases del desarrollo de un fármaco, desde su descubrimiento hasta su comercialización.

Además, Natalie está muy entusiasmada con las mujeres científicas que aparecen y le gustaría conocer un poco más, ¿podéis incluir unas líneas en el cuaderno acerca de la mujer que más os ha llamado la atención y en qué consiste su investigación? ¿y que casilla os ha parecido más curiosa? ¿Por qué?



















CASILLAS DEL JUEGO DE LAS FASES













1	<i>Let's save lives!! The path to drug development</i>
2	<i>Macaca mulatta</i> – Modelo animal de primates no humanos para experimentación animal en la fase pre-clínica.
3	Jennifer Doudna y Emmanuelle Charpentier – Ganadoras del Premio Nobel de Química 2020 por el desarrollo de un método para editar el genoma (código genético): CRISPR/Cas9.
4	Erradicación de la viruela – En 1979 la Organización Mundial de la Salud (OMS) declaró la erradicación mundial de la viruela. La viruela es una enfermedad infecciosa, contagiosa y mortal provocada por un virus, y se caracteriza por la fiebre y la formación de ampollas en la piel. El último brote de viruela que hubo fue en Somalia en 1977, y se contuvo rápidamente gracias al Programa de Erradicación de la Viruela. Es la única enfermedad considerada erradicada por completo, y se debe gracias a la inoculación de la vacuna en la inmensa mayoría de la población.
5	<i>A Short History of Nearly Everything</i> – Bill Bryson. Libro de divulgación científica publicado en 2003 que cuenta la historia de la ciencia desde una perspectiva curiosa y entretenida, viajando a través del tiempo y el espacio para coincidir con científicos destacados y teorías que nos han mostrado el saber que conocemos hoy en día.
6	Fase de descubrimiento - ¿ya sabes lo que es? “De fase en fase y tirarías si acertase”
7	“De puente en puente cual enlace covalente”
8	Severo Ochoa – Ganador del Premio Nobel de Fisiología o Medicina 1959, junto con su discípulo Arthur Kornberg, por sus descubrimientos sobre el mecanismo de la síntesis biológica del ácido ribonucleico (ARN) y del ácido desoxirribonucleico (ADN). No obstante, el Nobel que le dieron no era merecido en su momento, pues pocos años más tarde se descubrió que las proteínas que realmente sintetizaban el ARN y eran otras, las ARN polimerasas, pero no le retiraron el Nobel. Aunque tampoco le concedieron uno nuevo por el descubrimiento de lo que realmente hacía la enzima que él identificó en un primer momento, y es que esta enzima permitió entender cómo el ARN codifica la síntesis de proteínas.
9	<i>A Brief History of Time</i> – Stephen Hawking. Libro de divulgación científica publicado en 1988 que explica varios temas de cosmología, como el <i>Big Bang</i> , los agujeros negros o la teoría de supercuerdas en un lenguaje adaptado al público inexperto.
10	Margarita Salas – Primera mujer española en ingresar en la Academia de Ciencias de Estados Unidos. Licenciada en Ciencias químicas. Su descubrimiento más significativo ha sido la enzima ADN-polimerasa del virus bacteriófago Phi29 que permite amplificar (replicar) el ADN a mucha velocidad. Esta enzima se ha utilizado en un test para detectar positivos por Covid-19 por la rapidez de amplificación del ADN del virus que permite su detección.
11	Fase III de la vacuna contra el VIH – El virus del VIH responsable de la enfermedad del SIDA la convirtió en una de las pandemias del siglo XXI. A día de hoy, la vacuna llamada <i>Mosaico</i> y desarrollada por Janssen contra el VIH se encuentra en Fase III de los ensayos clínicos.
12	Fase Pre-clínica - ¿ya sabes lo que es? “De fase en fase y tirarías si acertase”
13	“De puente en puente cual enlace covalente”
14	GMO – AquAdvantage Salmon. Se trata de un salmón modificado genéticamente que crece durante todo el año, no solo en la época de primavera y verano, alcanzando su tamaño adulto en solo 16 o 18 meses, en lugar de en tres años. Para ello se ha modificado un gen regulador de la hormona de crecimiento.

15	<i>Doesn't work</i> – La incubadora no puede utilizarse porque hay una contaminación que ha resultado en la muerte de las células. Para poder usarla debes limpiarla primero, lo que te llevará tres turnos sin tirar.
16	<i>The Selfish Gene</i> – Richard Dawkins. Libro divulgativo sobre la teoría de la evolución publicado en 1976. Según la teoría del gen egoísta, el gen es la unidad evolutiva fundamental y desde esta perspectiva el autor revisa, entre otros, la teoría evolutiva de las especies y el proceso de selección natural.
17	“De matraz en matraz y tiro porque soy capaz”
18	Ensayos clínicos – Fase I - ¿ya sabes lo que es? “De fase en fase y tirarías si acertase”
19	Tu Youyou - Ganadora del Premio Nobel de Fisiología o Medicina 2015, por el descubrimiento de una molécula eficaz contra la malaria de la planta <i>Artemisia annua</i> .
20	Enero 2020 – Secuencia genética SARS-CoV-2. Conocer la secuenciación genética del virus ha sido la base que ha permitido el desarrollo de las vacunas con las que contamos hoy en día.
21	Diciembre 2020 – Aprobación de emergencia de la vacuna para la COVID-19. En menos de un año, con la secuencia genética del virus SARS-CoV-2, la FDA aprobó la vacuna desarrollada por Pfizer-BioNTech para prevenir la enfermedad.
22	Santiago Ramón y Cajal – Ganador del Premio Nobel de Fisiología o Medicina 1906 por su trabajo sobre la estructura del sistema nervioso. Este científico español fue el primero en proponer que el tejido cerebral estaba formado por células individuales.
23	<i>The Origin of Species</i> – Charles Darwin. Publicado en 1859, es considerado el fundamento de la teoría de la biología evolutiva.
24	Ensayos clínicos- Fase II - ¿ya sabes lo que es? “De fase en fase y tirarías si acertase”
25	<i>Doesn't work</i> – La cabina ha dejado de funcionar, debes reemplazarla por una nueva, pero tú solo no puedes, tienes que esperar a que otro investigador te ayude.
26	Purificación Escribano – Catedrática de Química Inorgánica de la Universitat Jaume I y coordinadora del Área de Ciencias de Materiales de la Agencia Nacional de Evaluación y Prospectiva (ANEP). Fue una gran reivindicadora del papel de la mujer en la ciencia.
27	<i>Mus Musculus</i> - Modelo animal de roedores para experimentación animal en la fase pre-clínica.
28	<i>Caenorhabditis elegans</i> – Gusano utilizado como modelo animal para experimentación animal en la fase pre-clínica. Se utiliza en ensayos para investigar los procesos de envejecimiento por su corta vida de dos a tres semanas y también en neurociencia porque se conocen en detalle todas las neuronas que forman su sistema nervioso.
29	GMO – Golden Rice. Arroz modificado genéticamente que contiene alta cantidad del compuesto precursor de la vitamina A.
30	Ensayos clínicos- Fase III - ¿ya sabes lo que es? “De fase en fase y tirarías si acertase”
31	<i>Transgénicos sin miedo</i> – José Miguel Mulet. Libro divulgativo publicado en 2017 para dar a conocer los alimentos transgénicos.
32	Rosalind Franklin – Responsable de la Fotografía 51 que sentó las bases para la determinación de la estructura del ADN. Sin embargo, el Premio Nobel de Fisiología o Medicina fue otorgado a Watson y Crick, sin reconocer el trabajo indispensable de esta mujer científica.
33	Tardigrado – Sobrevive en el espacio porque es capaz de sobrevivir a temperaturas y presiones extremas y durante 10 años sin agua.

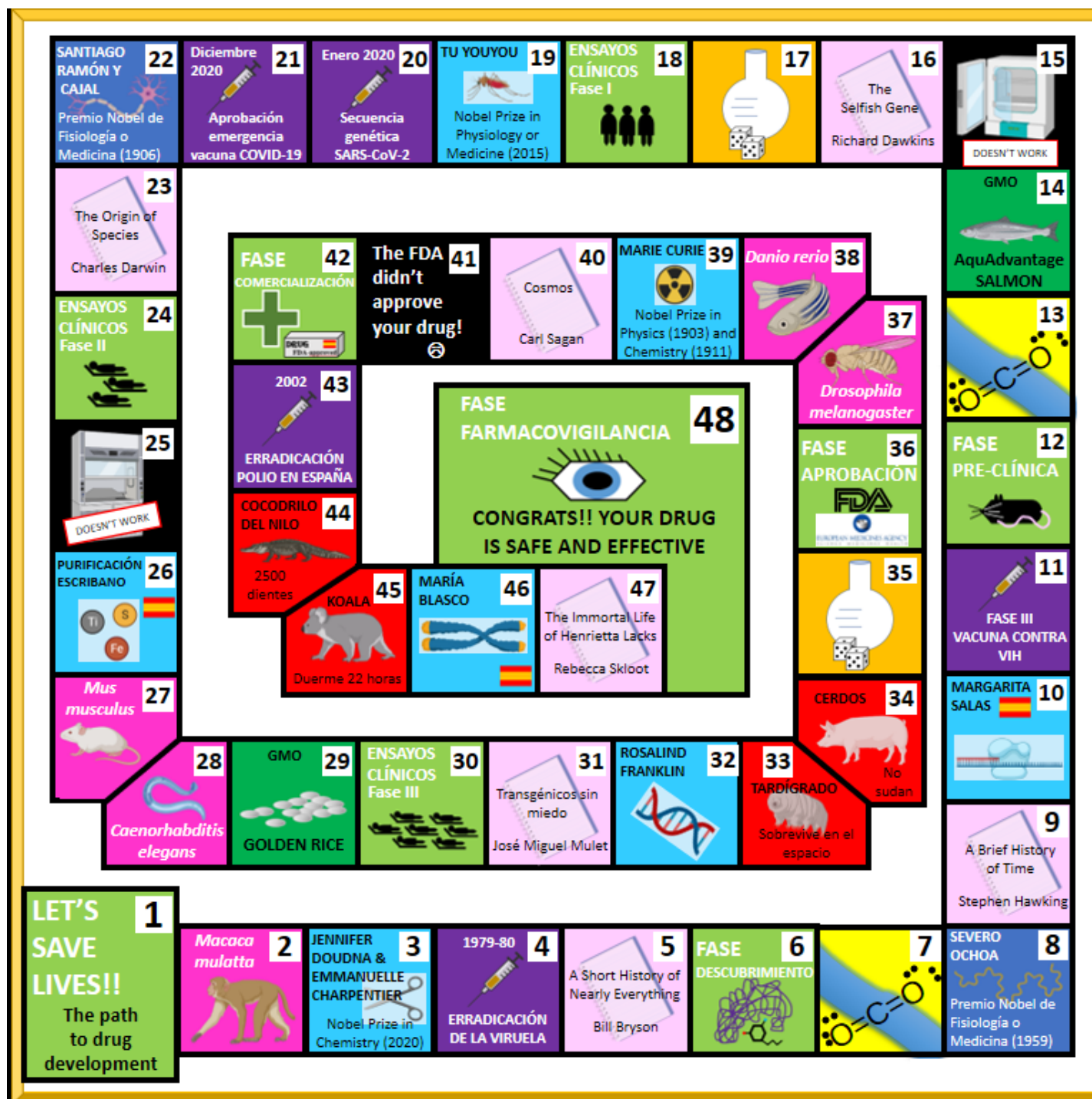
34	Cerdos – No sudan. Los cerdos no tienen glándulas sudoríparas por lo que no pueden sudar. La expresión “Estoy sudando como un cerdo” viene de una mala traducción del inglés “Sweating like a pig”, pero en este caso “pig” no se refiere a “cerdo”, sino a “arrabio” que es el producto resultante de la fundición del hierro en un horno.
35	“De matraz en matraz y tiro porque soy capaz”
36	Fase de aprobación - ¿ya sabes lo que es? “De fase en fase y tirarías si acertase”
37	<i>Drosophila melanogaster</i> – Tipo de mosca utilizado para experimentación animal en la fase pre-clínica. Muy utilizada en estudios de genética porque se han diseñado muchas herramientas para modificar su genoma.
38	<i>Danio rerio</i> – Conocido como pez cebra. Es un modelo animal para experimentación animal en la fase pre-clínica. Los embriones son transparentes, lo que permite realizar estudios de microscopía muy fácilmente. El genoma se parece en el 80% al humano.
39	Marie Curie - Ganadora de dos premios Nobel: Premio Nobel en Física en 1903 y de Química en 1911. Primera mujer ganadora de un premio Nobel. Realizó los primeros estudios de radioactividad y descubrió dos elementos de la tabla periódica: el radio y el polonio.
40	<i>Cosmos</i> – Carl Sagan. El libro, publicado en 1981, está basado en la serie documental <i>Cosmos: un viaje personal</i> , producida por el mismo autor junto con su mujer Ann Druyan. En el libro se analizan en mayor profundidad los temas más complejos del documental.
41	The FDA didn't approve your drug! - ¡Oh, no! El fármaco no ha sido aprobado para su comercialización y debes empezar de nuevo. Vuelve a la casilla 1.
42	Fase de comercialización - ¿ya sabes lo que es? “De fase en fase y tirarías si acertase”
43	2002 - Erradicación de la polio en España gracias a la vacuna. La OMS consideró erradicada la poliomielitis en Europa el año 2002, gracias al desarrollo de la vacuna en los años 50, pero no fue hasta agosto del 2020 que se certificó su erradicación en África, y todavía se detectan casos en Oriente Medio y Lejano Oriente. ¿Crees que podría ser una meta del ODS 3 Salud y bienestar?
44	Cocodrilo del Nilo – 2500 dientes. Los cocodrilos del Nilo pueden llegar a tener hasta 2500 dientes a lo largo de su vida, pues cada vez que se les cae un diente, otro vuelve a crecer en su lugar.
45	Koala – Duerme 22 horas. Es el animal que más horas duerme al día.
46	María Blasco – Directora del CNIO – Centro Nacional de Investigaciones Oncológicas. Se doctoró en 1993 en Bioquímica y Biología Molecular bajo la supervisión de Margarita Salas. Su investigación va dirigida al estudio de los telómeros, los extremos de los cromosomas, por su relación con el cáncer.
47	The Immortal Life of Henrietta Lacks – Rebekah Skloot. Libro publicado en 2010 y basado en la historia real del caso de Henrietta Lacks. La línea celular inmortal HeLa, muy utilizada en ensayos biológicos, proviene de las células de cáncer de cuello uterino de Henrietta Lacks, en 1951. El libro trata cuestiones éticas de raza y clase para la investigación médica, poniendo el caso de Lacks como ejemplo central.
48	Fase de Farmacovigilancia - CONGRATS!! YOUR DRUG IS SAFE AND EFFECTIVE

- Tarjetas del juego:

<p>P: ¿Cuál es la primera fase del proceso de desarrollo de un fármaco?</p>  <p>S: Fase de descubrimiento</p>	<p>P: ¿Cuál es la segunda fase del proceso de desarrollo de un fármaco?</p>  <p>S: Fase pre-clínica</p>
<p>P: ¿Cuál es la tercera fase del proceso de desarrollo de un fármaco?</p>  <p>S: Ensayos clínicos</p>	<p>¡P: ¿Cuál es la cuarta fase del proceso de desarrollo de un fármaco?</p>  <p>S: Aprobación por los organismos oficiales</p>
<p>P: ¿Cuál es la quinta fase del proceso de desarrollo de un fármaco?</p>  <p>S: Comercialización</p>	<p>P: ¿En qué fase se identifica la diana terapéutica?</p>  <p>S: Fase de descubrimiento</p>
<p>P: ¿En qué fase se estudian los puntos claves del cáncer?</p>  <p>S: Fase de descubrimiento</p>	<p>P: ¿En qué fase se busca una molécula que ataque eficientemente a las células tumorales?</p>  <p>S: Fase de descubrimiento</p>
<p>P: ¿En qué fase se realizan simulaciones por ordenador para estudiar la interacción entre la diana y el compuesto?</p>  <p>S: Fase de descubrimiento</p>	<p>P: ¿Qué es un ensayo <i>in vitro</i>?</p>  <p>S: El que se realiza en cultivos celulares.</p>
<p>P: ¿En qué fase se realizan ensayos <i>in vitro</i>?</p>  <p>S: Fase de descubrimiento</p>	<p>P: ¿Qué es un ensayo <i>in vivo</i>?</p>  <p>S: El que se realiza en animales</p>
<p>P: ¿En qué fase se realizan estudios en modelos animales?</p>  <p>S: Fase pre-clínica</p>	<p>P: ¿En qué fase se realizan los primeros estudios sobre farmacología y toxicología?</p>  <p>S: Fase pre-clínica</p>
<p>P: ¿Cuántas fases hay dentro de los ensayos clínicos y cuáles son?</p>  <p>S: Fase I, Fase II y Fase III</p>	<p>P: ¿En qué fase de los ensayos clínicos se trabaja con un grupo de entre 20 y 100 personas?</p>  <p>S: En la Fase I</p>
<p>P: ¿En la Fase I de los ensayos clínicos se analizan distintas dosis?</p>  <p>S: Sí</p>	<p>P: ¿En qué fase se evalúan por primera vez los efectos secundarios en humanos?</p>  <p>S: En la fase I de los ensayos clínicos</p>

<p>P: ¿Con qué tipo de personas se trabaja en la Fase I de los ensayos clínicos?</p>  <p>S: Voluntarios sanos.</p>	<p>P: ¿Con qué tipo de personas se trabaja en la Fase II de los ensayos clínicos?</p>  <p>S: Pacientes con cáncer.</p>
<p>P: ¿Con cuántas personas se trabaja en la Fase II de los ensayos clínicos?</p> <p>a. Entre 20 y 100 b. Entre 100 y 500 c. Más de 1000</p>  <p>S: b. Entre 100 y 500</p>	<p>P: ¿Verdadero o falso? En la Fase II de los ensayos clínicos no se evalúan los efectos secundarios.</p>  <p>S: Falso</p>
<p>P: ¿Con cuántas personas se trabaja en la Fase III de los ensayos clínicos?</p>  <p>S: Miles de personas.</p>	<p>P: ¿Qué significan las siglas en inglés FDA?</p>  <p>S: Food and Drug Administration</p>
<p>P: ¿Con cuántas personas se trabaja en la Fase III de los ensayos clínicos?</p>  <p>S: Miles de personas.</p>	<p>P: ¿Qué significan las siglas EMA?</p>  <p>S: Agencia Europea del Medicamento</p>
<p>P: ¿Qué son la FDA y la EMA?</p>  <p>S: Organismos oficiales que regulan la aprobación de medicamentos para su comercialización.</p>	<p>P: ¿Verdadero o falso? Tras la comercialización del medicamento ya no se siguen estudiando sus efectos en la población.</p>  <p>S: Falso</p>
<p>P: ¿Se siguen realizando estudios de seguimiento después de la comercialización de un medicamento?</p>  <p>S: Sí.</p>	<p>P: ¿Cómo se conoce a los estudios de seguimiento realizadas después de la comercialización de un medicamento?</p>  <p>S: Farmacovigilancia.</p>

- Tablero del juego:





Laura, nuestros chicos ya están listos para empezar la tarea de investigación, ¿empezamos con la fase de descubrimiento?

Sí, Mike. Tenemos decidir qué tipo de fármaco queremos desarrollar. En los últimos estudios nos hemos centrado en la inmunoterapia, y creo que deberíamos seguir por ahí.



Lo primero es determinar sobre qué diana terapéutica queremos que tenga acción el compuesto, y tengo una propuesta para vosotros, a ver qué os parece.

Además, necesito que me ayudéis a seleccionar los compuestos que a priori parece que interaccionarán mejor con la diana.

CUADERNO DEL INVESTIGADOR

Actividad 13. Activa-T contra el cáncer

Laura ha recopilado información sobre el objetivo principal de los tratamientos de inmunoterapia y también sobre una diana terapéutica actual descubierta que tiene un papel muy importante en el desarrollo del cáncer. Además, ha solicitado nuestra ayuda para decidir qué compuestos orgánicos podrían interaccionar mejor con la proteína.

¿Podríais completar la siguiente ficha y ayudar a Laura? ¿Por qué no lo hacemos con la técnica de *Lápices al centro* y así nos ayudamos entre todos?

ACTIVA-T CONTRA EL CÁNCER

¿Cómo actúan los tratamientos de inmunoterapia?

Los tratamientos de inmunoterapia no persiguen destruir las células tumorales directamente, sino que activan al sistema inmune humano para que sea éste el que ataque al tumor.

¿El sistema inmune no lo hace de normal?

Las células tumorales tienen varios mecanismos para inactivar las **células T**, que son las células defensivas del sistema inmune.

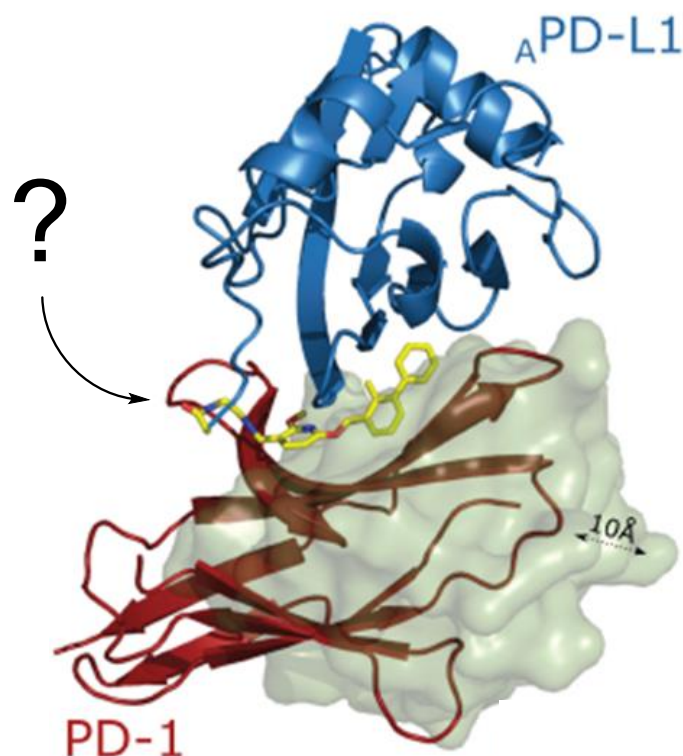
En uno de esos mecanismos está involucrada la proteína **PD-L1**, que sobreexpresan las células tumorales en su membrana celular. Las células T, a su vez, tienen en la membrana celular otra proteína conocida como **PD-1**, **que se une a PD-L1**. Cuando están interaccionando (unidas) la célula T del sistema inmune se desactiva y no destruye las células cancerosas.

¿Qué podemos hacer nosotros?

Podemos bloquear la proteína PD-L1 para que no pueda interaccionar con PD-1. De esta forma, la célula T (defensiva) permanecerá activa y destruirá a las células tumorales.

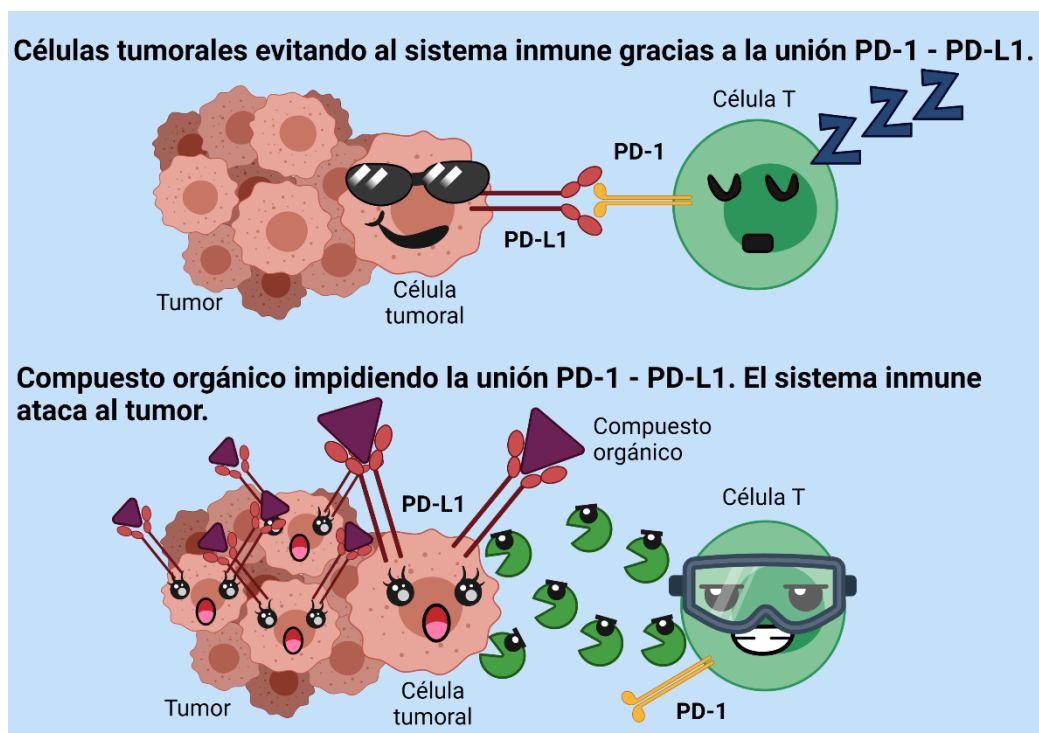
¿Cómo podemos hacerlo?

Encontrando un compuesto orgánico cuya estructura encaje dentro de algún hueco de la proteína PD-L1 para impedir que se una a PD-1.



No sé si lo he entendido del todo, ¿me lo repites?

Quizá quede más claro con la siguiente imagen:



Nos habíamos quedado en... ¿ENCAJAR?

Vamos a investigar un poco acerca de qué factores y conceptos químicos y biológicos hay que considerar para encontrar el compuesto orgánico más adecuado.

- **¿Cuáles son las unidades básicas de una proteína?**
- **¿Qué átomos predominan? Dibuja la estructura general de un componente de una proteína.**

- **¿Qué tipos de enlaces conoces? ¿Cuáles aparecen dentro de una proteína?**

- **Las moléculas con las que trabajamos son orgánicas, ¿qué átomos predominarán en su estructura?**

- **¿Qué es la electronegatividad? Ordena los átomos más abundantes de una proteína por orden creciente de electronegatividad.**

- **¿Sabes qué es el *docking*?**

El término *docking* significa acoplamiento. En el ámbito científico se utiliza para denominar al estudio de acoplamientos moleculares entre proteínas y otras moléculas. El objetivo del modelado molecular es determinar mediante programas informáticos qué molécula y en qué posición interactúa mejor con la proteína estudiada.

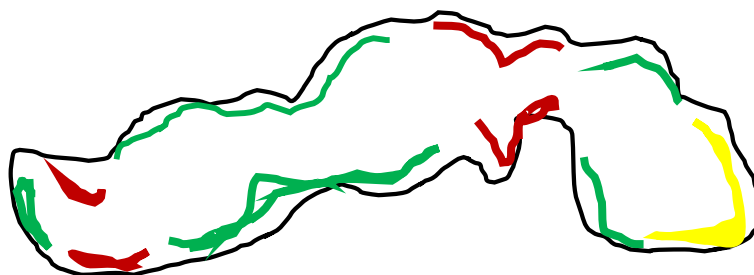
Visita la siguiente página web donde encontrarás una simulación 3D de la proteína PD-L1 interaccionando con un compuesto orgánico de bajo peso molecular:

<https://www.rcsb.org/3d-view/5NIU>

El panel de la derecha permite cambiar la visualización de los diferentes elementos.

Los compuestos orgánicos que Laura ha propuesto como posibles candidatos a interaccionar con PD-L1 también son estructuras de bajo peso molecular. A continuación, se muestra la información que nos ha proporcionado Laura para decidir qué compuestos son más adecuados. Las estructuras de los compuestos se muestran más abajo.

Supongamos que el hueco de la proteína que debe ocupar el compuesto tiene esta forma:



Donde:

- Las zonas verdes no presentan diferencias de cargas.
- Las zonas rojas presentan diferencias de cargas.
- Las zonas amarillas se desconocen.

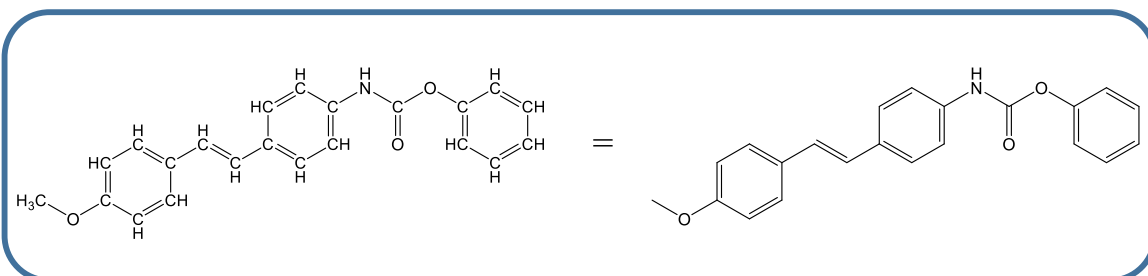
• **¿Qué tipo de compuestos a priori encajan mejor?**

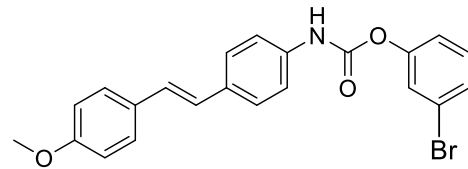
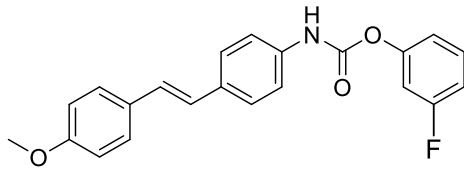
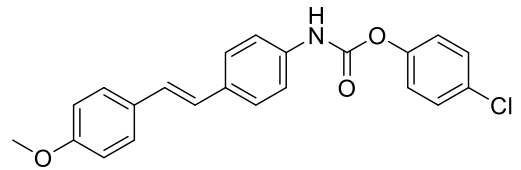
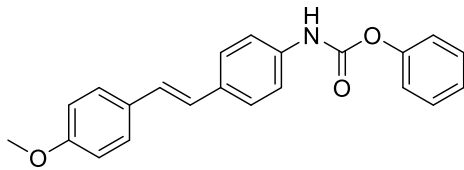
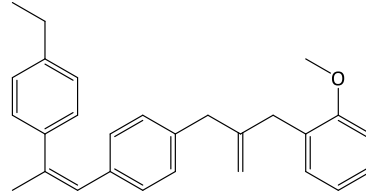
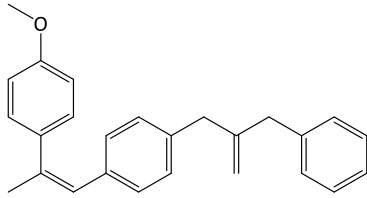
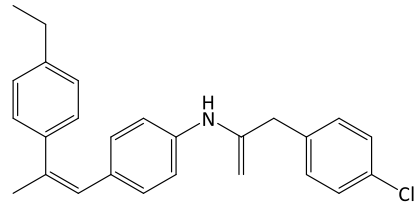
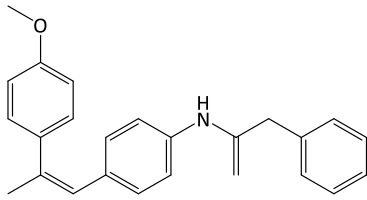
Pista 1: Señala con colores los átomos con diferente electronegatividad en los compuestos orgánicos.

Pista 2: ¿Qué ocurre con las cargas cuando hay dos átomos con diferente electronegatividad unidos?

Pista 3: ¿Con cuáles se producen mayores interacciones moleculares? ¿De qué tipo son?

Los compuestos orgánicos se pueden representar de dos formas:





- ¿Qué enlaces podrían producirse entre el compuesto y la proteína teniendo en cuenta las unidades básicas de ésta última?



¡Hemos llegado a la misma conclusión!

Los compuestos que mejor encajan con la proteína diana son los cuatro últimos.

Nuestro siguiente paso será sintetizarlos en el laboratorio, es decir, obtenerlos mediante reacciones químicas. Aunque creo que nos falta algún reactivo... voy a comprobarlo.

Mientras tanto podríais repasar los pictogramas de seguridad y el material de laboratorio que necesitaremos. Seguro que a Mike se le ocurre algo...

De hecho, ya tengo varias ideas en mente y, como sé que os encantan mis juegos, estoy seguro de que lo pasaréis bien con la siguiente actividad.



CUADERNO DEL INVESTIGADOR

Actividad 14. Jugando con la química del laboratorio

Mike ha preparado un conjunto de juegos para repasar los pictogramas de peligrosidad de los compuestos químicos y el material de laboratorio que necesitaremos para obtener los compuestos. Los juegos incluyen sopas de letras, adivinar dibujos por parejas como en el *Pictionary* y realizar mímica, y las instrucciones vienen en la ficha que se muestra a continuación, aunque el ejercicio 3 lo veréis cuando completéis los dos primeros:

JUGANDO CON LA QUÍMICA DEL LABORATORIO

1. Encuentra las palabras adecuadas en la sopa de letras para nombrar el material de laboratorio mostrado en las fotos. Escribe cada palabra en el hueco correspondiente y relaciona la frase con la foto.



A



B



C



D



E



F



G



H



I

P	O	E	R	L	E	N	M	E	Y	E	R	K	G
V	E	G	W	T	L	Z	Y	S	F	E	X	L	Y
Q	S	W	V	G	P	O	K	L	L	J	H	T	C
C	I	T	J	E	R	I	N	G	U	I	L	L	A
K	M	J	T	G	B	E	O	S	J	L	A	G	L
R	I	E	U	Y	N	A	M	G	A	E	W	B	E
G	D	N	W	V	C	S	L	B	G	W	R	H	F
X	C	S	W	P	R	O	G	A	U	N	N	O	A
E	S	P	A	T	U	L	A	M	N	D	I	M	C
P	I	V	P	I	Q	N	L	J	A	Z	O	S	T
L	F	N	N	I	O	W	L	T	S	T	A	M	O
I	M	A	N	S	A	W	Q	J	E	I	R	Z	R
A	D	B	V	P	E	C	Q	K	B	C	I	A	A
L	C	O	L	U	M	N	A	S	U	B	J	K	Z

1. _ _ P _ _ _ L _ : para coger reactivos del envase comercial.

2. _ _ _ A _ _ _ : para pesar los reactivos.

3. _ _ T _ _ _ de reacción.










4. _ E _ _ _ G _ _ _ _ A con aguja: para añadir reactivos líquidos a la reacción.

5. _ _ _ N : para agitar la disolución de la reacción.

6. Placa _ _ _ _ F _ _ T _ _ _ : para poner la temperatura adecuada a la reacción.

7. _ M _ _ _ O de decantación: para extraer el compuesto de la mezcla de la reacción.
8. _ _ L _ _ M _ _ _ R : para recoger las disoluciones en las extracciones.
9. _ O _ _ M N _ de purificación: para conseguir los compuestos puros.

2. Relaciona cada pictograma de seguridad y peligrosidad con su significado:










 GHS01 A	 GHS02 B	 GHS03 C	 GHS04 D	 GHS05 E
 GHS06 F	 GHS07 G	 GHS08 H	 GHS09 I	

1. Sustancias corrosivas
2. Dañino para el medioambiente acuático
3. Toxicidad aguda: peligro al inhalar
4. Toxicidad aguda
5. Sustancias inflamables
6. Gas bajo presión
7. Sustancias explosivas
8. Cancerígeno, mutágeno
9. Sustancias corburentes

3. Ahora vamos a jugar con lo aprendido, las reglas del juego son las siguientes:

- No se puede mirar la resolución de las dos actividades anteriores, así que aseguraos de conocer el material de laboratorio y los pictogramas.
- Os agrupáis por parejas, y dos parejas juntas. Es decir, un grupo de 4 miembros en el que hay dos equipos de dos jugadores.
- Un miembro de la pareja coge una de las tarjetas que se muestran en la siguiente hoja (debéis recortarlas y barajarlas antes de jugar):
 - Si en la tarjeta aparece el nombre de un material de laboratorio deberá dibujarlo en una hoja y el compañero tendrá 20 segundos para adivinarlo.
 - Si aparece un pictograma, deberá utilizar mímica para que su compañero acierte el pictograma en menos de 30 segundos. Se considera acierto si dice el significado, no la descripción del dibujo.
- Cada pareja tendrá 3 minutos en cada ronda para adivinar el máximo número de tarjetas.
- La pareja que no juegue será la encargada de cronometrar el tiempo.
- Se jugarán mínimo dos rondas por pareja para que los dos jugadores dibujen o hagan mímica y tengan que acertar lo que hace el compañero.
- Ganará el equipo que más tarjetas haya acertado teniendo en cuenta las dos rondas.

- Las tarjetas son las siguientes:

ESPÁTULA	BALANZA	MATRAZ	JERINGUILLA
IMÁN	PLACA CALEFACTORA	EMBUDO DE DECANTACIÓN	ERLENMEYER
COLUMNA DE PURIFICACIÓN	 GHS01	 GHS02	 GHS03
 GHS04	 GHS05	 GHS06	 GHS07
 GHS08	 GHS09		



Ya estáis preparados de sobra para entrar en materia de laboratorio. Además, acaba de llegar el último reactivo que necesitábamos, así que llegó el momento...

¡Vamos a sintetizar, extraer y purificar los 4 compuestos orgánicos que encajaban mejor con la proteína PD-L1!



CUADERNO DEL INVESTIGADOR



Actividad 15. Ponte la bata de químico orgánico

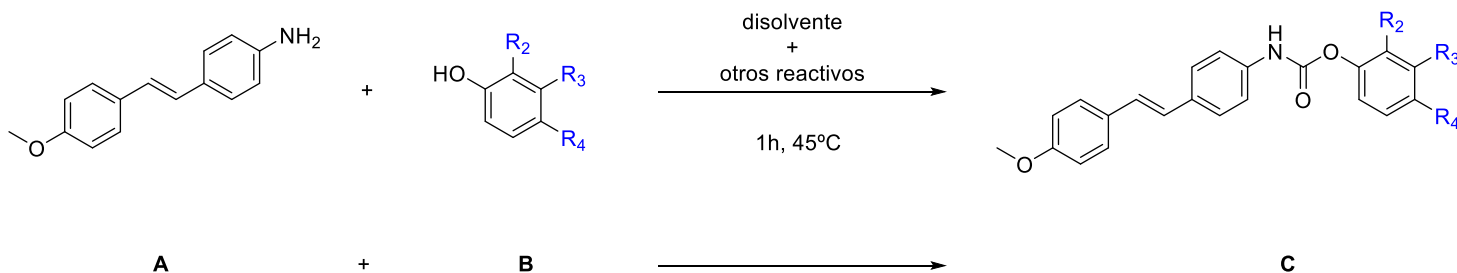


Laura ya lo tiene todo listo para empezar con la síntesis química de los compuestos orgánicos, aunque ella hace mucho que no entra el laboratorio de química, así que necesita nuestra ayuda para resolver sus dudas. Podemos volver a seguir la técnica de 1, 2, 4 y así comparamos resultados. ¿Qué os parece?

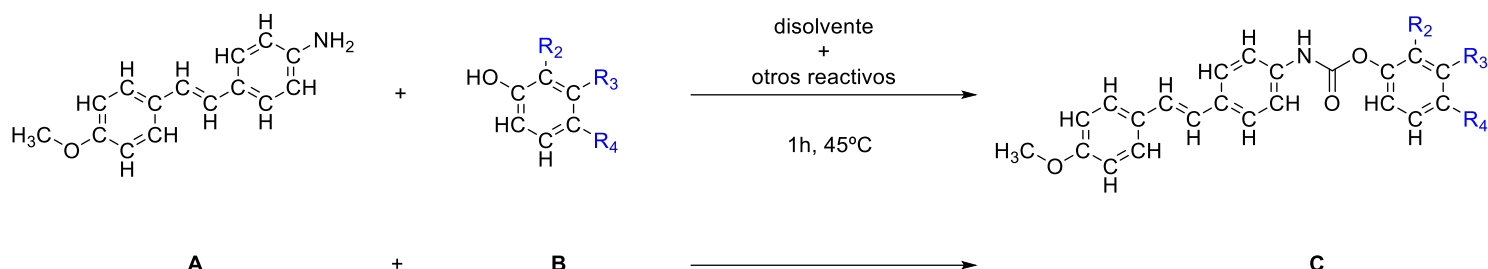
PONTE LA BATA DE QUÍMICO ORGÁNICO

1. La primera parte consiste en la obtención de los compuestos químicos elegidos mediante la síntesis química de éstos con el material de laboratorio que comentamos el otro día.

La reacción que tiene lugar es la siguiente:



Como ya sabéis, en las moléculas orgánicas se simplifican los carbonos y los hidrógenos. En caso de no simplificarlos la reacción se representa de la siguiente forma:

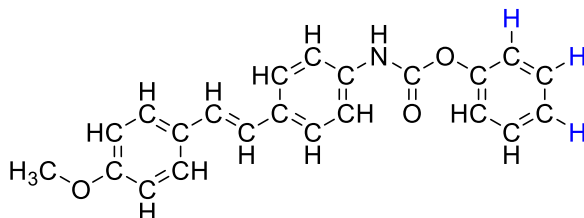


A y B son los reactivos principales de la reacción, y C es el producto que queremos conseguir.

Queremos obtener 4 compuestos siguiendo el mismo método, pero cada uno tiene unos átomos diferentes en la parte de la derecha. Por este motivo, aparece como R2, R3 y R4.

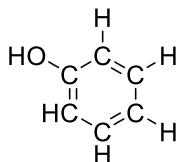
Dividiremos el grupo de investigación en cuatro subgrupos y cada subgrupo se encargará de sintetizar un compuesto:

- **SUBGRUPO 1:** el compuesto a sintetizar es el siguiente:

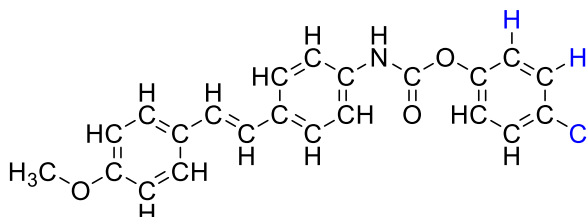


Por tanto: R2 = R3 = R4 = un hidrógeno.

Para su síntesis, el compuesto B que necesitamos es el siguiente:

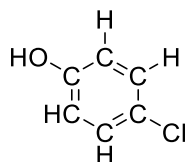


- **SUBGRUPO 2:** el compuesto a sintetizar es el siguiente:

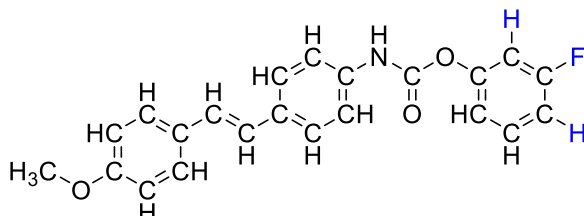


Por tanto: R2 = R3 = un hidrógeno. R4 = cloro.

Para su síntesis, el compuesto B que necesitamos es el siguiente:

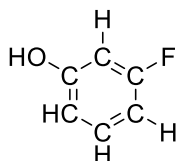


- **SUBGRUPO 3:** el compuesto a sintetizar es el siguiente:

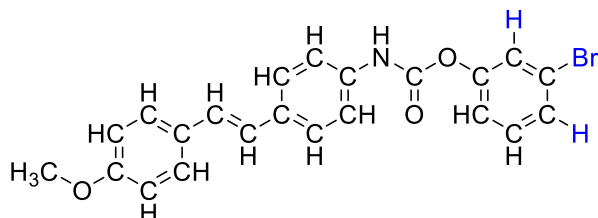


Por tanto: R2 = R4 = un hidrógeno. R3 = flúor.

Para su síntesis, el compuesto B que necesitamos es el siguiente:

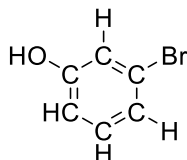


- **SUBGRUPO 4:** el compuesto a sintetizar es el siguiente:



Por tanto: R2 = R4 = un hidrógeno. R3 = bromo.

Para su síntesis, el compuesto B que necesitamos es el siguiente:

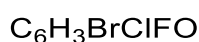
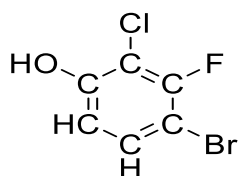


¿Podéis ayudarme a calcular la cantidad en miligramos de reactivos A y B que necesitamos? Según el procedimiento debemos añadir 0,8 moles de A y 0,8 moles de B.

- Me suena que en la fórmula que relaciona moles con masa también aparece la masa molecular del compuesto, pero no recuerdo cuál de las tres es. ¿Puedes rodear la fórmula correcta?

$$m(g) = \frac{n(mol)}{M_w(\frac{g}{mol})} \quad n(mol) = \frac{m(g)}{M_w(\frac{g}{mol})} \quad M_w(\frac{g}{mol}) = \frac{n(mol)}{m(g)}$$

- También necesitamos conocer la masa molecular (M_w) de los reactivos A y B. Podríamos sumar la masa atómica de cada uno de los átomos del compuesto, por ejemplo:



$M_w = \text{n}^\circ \text{ de átomos} \times \text{masa atómica}$

$$M_w = 6 \times 12,01 \text{ (g/mol)} + 1 \times 16 \text{ (g/mol)} + 1 \times 35,45 \text{ (g/mol)} + 1 \times 79,90 \text{ (g/mol)} + 1 \times 19 \text{ (g/mol)} + 3 \times (1 \text{ g/mol}) = 225,41 \text{ g/mol}$$

- Ahora que ya tenemos todos los datos completamos la siguiente tabla con la masa en miligramos que debemos pesar de cada compuesto:

SUBGRUPO	n A (moles)	n B (moles)	M_w A (g/ mol)	M_w B (g/mol)	m A (mg)	m B (mg)
1						
2						
3						
4						

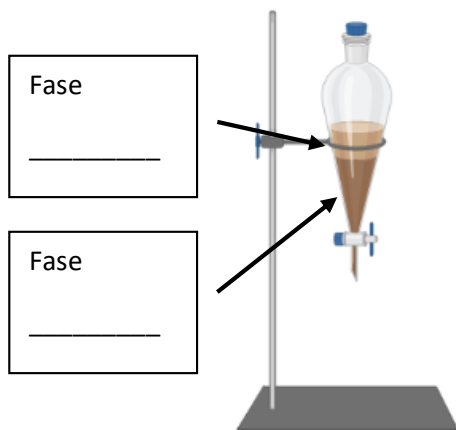
- ¡Muy bien! El siguiente paso es poner la reacción, pero no recuerdo el orden de los pasos a seguir, ni que material era el que tenía que usar, ni de algunos datos... ¿me ayudáis ordenándolos del 1 al 5, escribiendo el material que tengo que utilizar en cada caso y los datos que me faltan?

- ☐ Subir la temperatura a _____ .
- ☐ Añadir los reactivos al _____ con una _____ .
- ☐ Agitar la mezcla de reacción con un _____ .
- ☐ Esperar el tiempo indicado de reacción, que es _____ .
- ☐ Pesar las cantidades necesarias en la _____ .

- ¡Ya está! Ya tenemos la reacción en marcha, ¿podéis ver el vídeo y confirmarme que lo he hecho todo bien?

<https://drive.google.com/file/d/1f5ZMxC3Y40ODhr4v9WGGkfoglxhk7kC/view?usp=sharing>

2. El tiempo de la reacción ya ha acabado, y ahora tenemos que conseguir extraer todos los compuestos orgánicos de la mezcla de reacción y desechar otros compuestos que no necesitamos. Para ello se llevan a cabo extracciones con dos fases.



- En el _____ se pueden diferenciar dos fases: una de ellas es la fase acuosa que contiene agua y compuestos que se disuelven en agua, y la otra es la fase orgánica que contiene un disolvente orgánico que disuelve los compuestos orgánicos.

- El disolvente usado es el diclorometano, ¿sabrías formularlo?

- Tampoco tengo claro qué fase es cada una, solo sé que la densidad del diclorometano es 1,33 g/mL. ¿Cuál era la del agua?

- ¡Genial! Ahora ya podemos indicar qué fase es cada una y cuál contiene nuestro compuesto de interés. Por cierto, ¿con qué material recogíamos las disoluciones? ¿Puedes nombrarlo y dibujarlo para que no me equivoque?

- Tal vez quede algo de agua en la fase orgánica, recuerdo que para secarla le añadíamos Na_2SO_4 o MgSO_4 anhidro, ¿cómo se nombraban según la nomenclatura tradicional estos compuestos inorgánicos?

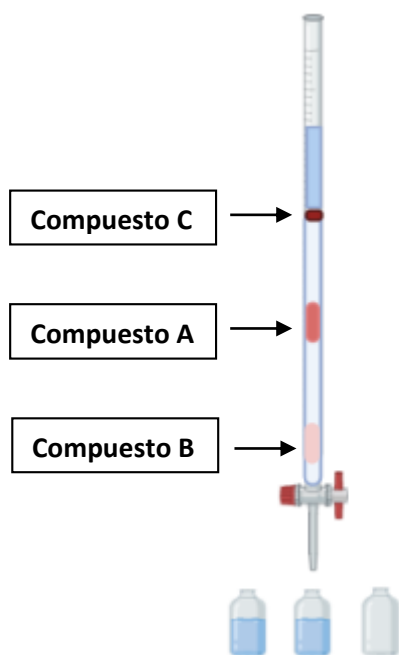
- Na_2SO_4 : _____ .

- MgSO_4 : _____ .

- ¡Perfecto! Gracias a vuestra ayuda creo que he realizado bien el procedimiento, ¿podéis ver el siguiente vídeo y me lo confirmáis?

<https://drive.google.com/file/d/11fmNzFZ5PgW3FoGghcJgbRUQTqYvEd9/view?usp=sharing>

3. Ya solo falta purificar nuestro compuesto. La reacción no ha sido completa, así que en la fase orgánica hay mayoritariamente el producto buscado C, pero también quedan restos de los reactivos A y B.

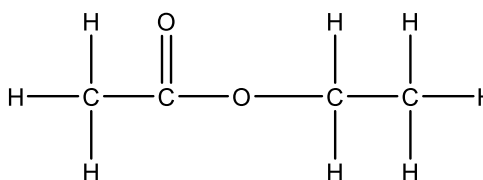


- Para obtener el compuesto C puro utilizaremos una _____ de purificación que contiene un gel de SiO_2 . ¿Cómo se nombraba según la nomenclatura sistemática y de Stock?

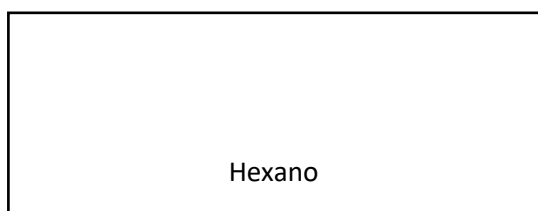
- Sistemática: _____.

- Stock: _____.

- Los compuestos son arrastrados por una mezcla de disolventes orgánicos (hexano y acetato de etilo) desde la parte superior a la parte inferior, y el disolvente con los compuestos se recoge en diferentes viales. Recuerdo la estructura del acetato de etilo, pero no la del hexano, ¿cuál era?



Acetato de etilo



- Los compuestos interaccionan con el gel de SiO_2 a medida que bajan, pero no recuerdo qué afirmaciones de las siguientes son correctas. ¿Me ayudas?

- ☐ El compuesto B es el que más interacciona con el gel y por eso sale el primero
- ☐ El compuesto C es el que menos interacciona con el gel y por eso sale el último.
- ☐ El compuesto C es el que más interacciona con el gel y por eso sale el último.
- ☐ El compuesto B es el que menos interacciona con el gel y por eso sale el primero.
- ☐ El compuesto A interacciona con el gel más que el C, pero menos que el B.
- ☐ El compuesto A interacciona con el gel más que el B, pero menos que el C.

- ¡Muchas gracias! Ya he purificado el compuesto y efectivamente teníais razón. Aquí podéis ver el vídeo:

<https://drive.google.com/file/d/1aGLLn61elbdqmy1kSX40DADBQmIR8Lf/view?usp=sharing>



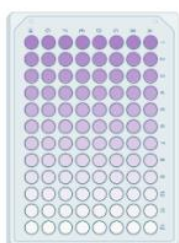
*Wow, guys! You've done an incredible job!
I was with Laura in the lab and I can
assure you that she would not have done it
without your help.*

*That's true, Natalie, thank you very much!
We have managed to obtain the compounds we
wanted and now we have to verify their action
in cell cultures.*



*The first biological assay is carried out to
determine whether the compounds are toxic to healthy cells,
tumor cells, both or neither.
I may need your help again to perform some concentration
calculations...*

*By the way, do you remember that we reformed the
biological testing laboratory last month? two researchers,
Eva and Raquel, have recorded a video to show us where
the equipment is now.*



CUADERNO DEL INVESTIGADOR

Actividad 16. *Cámbiala por la de biomédico*



Ahora que ya hemos sintetizado los compuestos, tenemos que evaluar su acción biológica en cultivos celulares. Todavía nos encontramos en la fase de descubrimiento de un fármaco. Laura sigue necesitando nuestra ayuda para realizar el siguiente ensayo, ¿comenzamos?

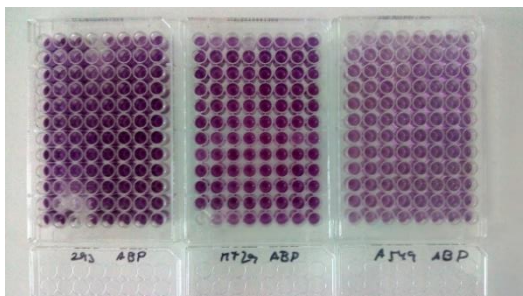
CÁMBIALA POR LA DE BIOMÉDICO

El primer ensayo biológico que se lleva a cabo tiene como objetivo determinar la toxicidad de los compuestos en células sanas y en células tumorales. En el caso ideal, los compuestos tendrían acción tóxica solo en las células tumorales, es decir que afectarían o matarían solo al cáncer sin efecto en los tejidos sanos.

1. Para poder realizar los ensayos primero tenemos que comprobar que contamos con todo el material que necesitamos. Nuestras investigadoras Eva y Raquel no enseñan en el siguiente vídeo la nueva localización de los equipos y el material con el que trabajan. ¿Podéis ayudarme a confirmar para qué se utiliza cada material y si contamos con todo lo necesario? Relaciona cada material con su descripción o función y con su foto, y marca aquel que se nombre en el vídeo:

<https://drive.google.com/file/d/11fKHjQLlxcjJ0oeTu3g6gRkG0Kpkvkri/view?usp=sharing>

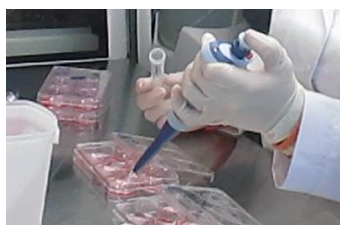
- | | |
|-------------------------------|--|
| - Microscopio | - Mantiene las células a 37°C, con un 90% de humedad y con un flujo de CO ₂ para que el pH se mantenga a 7. |
| - Incubadora | - Pueden ser sanas o de varias líneas tumorales: pulmón, mama, colon... |
| - Pipetas | - Contiene los nutrientes necesarios para el crecimiento de las células. |
| - Medio de cultivo | - Mantiene las células a una temperatura entre -80°C y -196°C para disminuir las funciones vitales de éstas. |
| - Placas de 96 pocillos | - Permite observar la morfología de las células. |
| - Células | - Recipiente en que crecen las células con el medio de cultivo. |
| - Tanque de nitrógeno líquido | - Para mantener un ambiente estéril y evitar la contaminación de las células. |
| - Cabina | - Para añadir soluciones líquidas a las placas de 96 pocillos. |



A



B



C



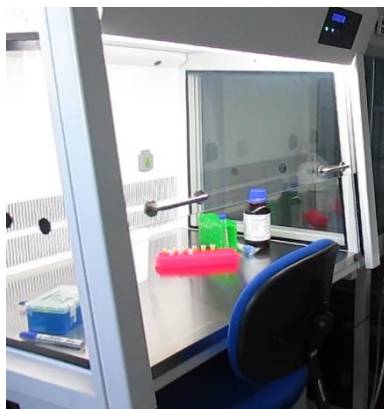
D



E



F



G



H

2. ¡Genial! Lo tenemos todo. Pero, ¿cuál era el primer paso? ¿Podéis ayudarme a ordenarlo?

- ☐ Dejar crecer las _____ en la incubadora a ____ de temperatura y pH ____ durante 1 día.
- ☐ Añadir las disoluciones de los compuestos con una _____.
- ☐ Poner las células en las _____ con el _____ que contiene los nutrientes necesarios.
- ☐ Sacar las células del _____ y descongelarlas.
- ☐ Dejarlas crecer en la _____ con los compuestos añadidos durante 2 días.
- ☐ Analizar el efecto de los compuestos en las células _____ y _____.

3. ¡Entendido! Aunque sigo necesitando vuestra ayuda... no sé qué cantidad de compuesto orgánico que hemos sintetizado tengo que pesar para preparar las disoluciones con la concentración adecuada. Lo único que sé es:

- En un pocillo hay un volumen final de 100µL de medio de cultivo con células y producto.
- La concentración de la disolución tiene que ser 400 mM.

$$1\text{L} = 10^6\mu\text{L}$$

$$1\text{M} = 10^3\text{mM}$$

- ¿Cuál era la fórmula correcta? ¿Podrías rodearla?

$$M = \frac{V}{n}$$

$$n = \frac{V}{M}$$

$$M = \frac{n}{V}$$

- Sí, creo que era esa. Ahora ya podemos calcular los moles que necesitamos y con ellos la cantidad en miligramos de los 4 compuestos que hemos sintetizado. ¿Por qué no recogemos los datos en la siguiente tabla para que sea más visual?

Compuesto	V pocillo (L)	M disolución (M)	n comp. (mol)	M _w comp. (g/mol)	m comp. (mg)
1					
2					
3					
4					

4. Ya está el ensayo en marcha. Hemos preparado placas con células tumorales de cáncer de pulmón y de cáncer de mama, y también con células embrionarias de riñón sanas. Se utilizan este tipo de células de riñón porque se reproducen muy rápido.

Ahora ha llegado la hora de medir la toxicidad de los compuestos en las diferentes líneas celulares. Como sabéis, el análisis consiste en añadir un compuesto que cambia de color de amarillo a morado por una reacción bioquímica que realizan las células.

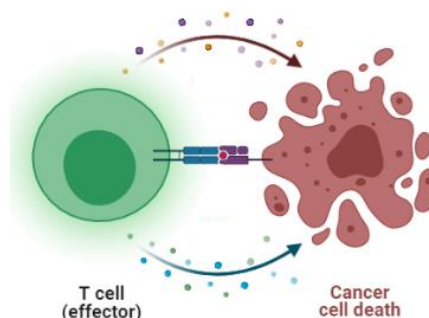
- La reacción se produce en las mitocondrias de las células cuando realizan su función... ¿Cuál era la función de estos orgánulos?

- Sabiendo todo esto, ¿cuáles son las afirmaciones correctas?

- ☐ - Cuanto más intenso sea el morado de los pocillos, más células vivas habrá en los pocillos, porque más compuesto habrá pasado de color amarillo a morado por acción de las mitocondrias celulares.
- ☐ - Cuanto más intenso sea el morado de los pocillos, menos células vivas habrá en los pocillos, porque más compuesto habrá pasado de color amarillo a morado por acción de las mitocondrias celulares.
- ☐ - Cuanto menos intenso sea el morado de los pocillos, menos células vivas habrá en los pocillos, porque menos compuesto habrá pasado de color amarillo a morado por acción de las mitocondrias celulares.
- ☐ - Cuanto menos intenso sea el morado de los pocillos, más células vivas habrá en los pocillos, porque menos compuesto habrá pasado de color amarillo a morado por acción de las mitocondrias celulares.

5. El ensayo ha salido genial, y hemos visto que los compuestos 1 y 3 no afectan en gran medida a las células sanas, pero sí que tienen acción en las células de cáncer de pulmón. Por este motivo, hemos realizado ensayos de co-cultivos con los compuestos 1 y 3 en la línea celular de cáncer de pulmón.

En los ensayos de co-cultivo se añaden dos tipos de células: cancerosas (pulmón) y células defensivas (células T). Como ya sabéis, el objetivo de nuestros compuestos-fármacos es activar al sistema inmune (a las células T) para que ataquen y maten a las células tumorales. La acción la realizan uniéndose a la proteína PD-L1.



Los resultados que se analizan en este ensayo consisten en medir la cantidad de proteína PD-L1 libre en el medio, es decir, que no esté unida al compuesto. Cuanto más activo sea el compuesto orgánico, más se unirá a la proteína, y menos proteína libre en el medio habrá.

- Los resultados del ensayo se muestran en la tabla inferior. ¿Podrías indicar cuál de los dos compuestos es más activo?

Compuesto	Réplica	% PD-L1 libre
1	1	53
	2	59
	3	55
3	1	24
	2	25
	3	21

- ¿Por qué crees que se ha repetido el ensayo tres veces (réplicas) con cada compuesto?



¡No lo puedo creer! Ya hemos pasado de la fase de descubrimiento a la fase pre-clínica...

Es hora de pasar a la experimentación in-vivo con animales, aunque no sé si todos los investigadores estáis de acuerdo con ello...

*¿Por qué no hablamos un poco del tema?
Además, podemos hacer un Role-Playing para tratar todos los argumentos, ¿qué os parece?*



CUADERNO DEL INVESTIGADOR

Actividad 17. Role-~~playing~~-experimenting

Ya estamos en la fase pre-clínica, pero antes de pasar a la acción en los ensayos *in-vivo* Laura y Mike quieren asegurarse de que conocéis los argumentos a favor y en contra, pues se trata de un tema un poco controvertido...



Para ello han pensado 3 casos a escenificar. En cada caso se plantea la situación y también algunos personajes, aunque podéis cambiarlos o incluir nuevos si os parece interesante.

Dividiremos el grupo de investigación en 4 subgrupos para tratar los 3 casos. El primer caso lo trabajarán dos subgrupos diferentes y veremos qué decisión toman. Tenéis un tiempo de aproximadamente 25 minutos para trabajar el tema y montar la escenografía. Después cada grupo escenificará el caso durante 5 minutos, aproximadamente. El resto de los investigadores deberán anotar en su *Cuaderno del Investigador* la postura que tomaría cada uno en el caso presentado, justificando el porqué.

Caso 1. Un grupo de investigación debe tomar una decisión sobre en qué modelo animal va a realizar los ensayos in-vivo del fármaco que están desarrollando. Están considerando dos modelos: ratones o primates no humanos (simios).

Algunos puntos que se pueden tratar, aunque podéis añadir más, son:

- Tamaño de muestra.
- Conocimiento actual sobre los protocolos desarrollados.
- Coste económico, de mantenimiento, de personal...
- Adecuación al experimental, parecido con el modelo humano. Por ejemplo: algunas enfermedades no infectan a ratones, como la mayoría de enfermedades del sistema nervioso. Tampoco hay un equivalente del VIH en ratones, pero sí en simios (VIS).

Todos los personajes son investigadores y deben tomar parte en la decisión final.

Caso 2. Un grupo animalista se manifiesta delante de un centro de investigación protestando contra la experimentación en animales. El jefe del instituto y dos representantes del Comité Ético salen y proponen hablar con dos o tres representantes del grupo animalista para exponer cada uno sus argumentos en un lugar más tranquilo.

Personajes: Jefe del instituto de investigación, dos representantes del Comité ético, 2 ó 3 manifestantes que ejercen de representantes, otros...

Caso 3. Hecho real: En marzo de 2013 la Unión Europea aprobó una ley por la que se prohíbe la experimentación de cosméticos en animales. No obstante, a finales de 2020 la Comisión Europea y la Agencia Europea de Sustancias y Preparados Químicos (ECHA) solicitaron la realización de varias pruebas en animales para evaluar riesgos laborales en la fabricación de productos. Como contrapartida, más de 400 empresas expresaron su desacuerdo firmando una carta rechazando las exigencias nombradas.

Propuesta: A raíz del caso real expuesto, la comisión europea debe reunirse y valorar las demandas de ambos bandos, tomando una decisión final de si modificar o no la ley establecida.

Personajes: representantes de la Unión Europea en el parlamento.



Tengo que decir que me han encantado vuestras representaciones, si alguna vez dejáis la investigación, ¡probad con las artes escénicas!

*Claro, Mike, lo que tú digas...
Bueno chicos, yo tengo una noticia para vosotros. No contamos con el modelo animal más adecuado para realizar los estudios de la fase pre-clínica, así que tendremos que contactar con otro laboratorio. Pero no os preocupéis, que nos mantendrán informados de todos los avances.*



Además, como el proyecto está financiado con una ayuda europea, podemos contactar con cualquier grupo de la Unión Europea. ¡Seguro que hay uno perfecto para nuestra investigación!



The fastest way will be to contact them by e-mail. I can give you some tips for writing, if you want.

CUADERNO DEL INVESTIGADOR

Actividad 18. *To the rescUE*

Hora de realizar los ensayos experimentales en animales, pero tenemos un problema: no contamos en nuestras instalaciones con el modelo animal de ratones que puede presentar el tipo de tumor deseado. Así que Laura ha pensado en ponerse en contacto con laboratorios de otros centros de investigación europeos para enviarles el compuesto elegido y que realicen allí los ensayos.

¿Por qué no nos repartimos el trabajo y que **cada uno escriba** y envíe **un e-mail a un grupo de investigación diferente**? Así seguro que encontramos uno que se ajuste perfectamente a nuestros requisitos.

Además, Natalie nos ha dado una serie de indicaciones para la redacción en inglés:

- The e-mail should include the following sections:

1. Greetings
2. Body
3. Complementary closing
4. Signature



- Remember that this is an e-mail addressed to a researcher you do not know personally, so you must use formal vocabulary.

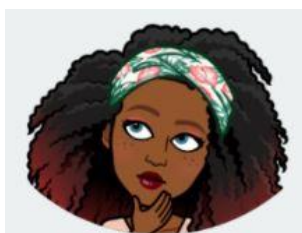
- In the body section you can:

1. Introduce yourself and the research group to which you belong.
 2. Explain the reason for the email: you are looking for a laboratory that can perform animal experimentation on mice. The target protein is PD-L1 and you have synthesized an organic compound that appears to have action.
 3. Ask about the facilities they have and what they can offer.
- Do not forget to thank them for their help and ask for a reply.



Los ensayos con el compuesto orgánico en la fase pre-clínica han dado muy buenos resultados, tan buenos que... ¡ha pasado a la siguiente fase!

¿Enserio, Laura? ¿Eso significa que van a empezar los ensayos clínicos con voluntarios sanos?



I'm glad to hear the news. But, I have a question, are the volunteers being paid for their participation? That would not mean that people with greater economic difficulties would show up?

CUADERNO DEL INVESTIGADOR

Actividad 19. ¿La ética acaba donde empieza la ciencia?

Hemos recibido unas noticias geniales: ¡el fármaco ha pasado a fase clínica! Como ya sabéis tendrá que pasar por tres fases de ensayos. En la primera fase participarán voluntarios sanos, en la segunda un grupo reducido de pacientes, y en la fase III un grupo más numeroso de personas que padecen un tipo de cáncer de pulmón, en nuestro caso.

Comentando las noticias a Natalie le ha surgido una pregunta sobre un tema ético y Laura ha pensado en someterlo a **debate dentro del grupo de investigadores**. Además, también ha pensado en otro caso, el de Henrietta Lacks, muy controvertido por la ética social, pero que supuso un gran avance en el campo de la investigación contra el cáncer.

¿Cómo nos organizamos? ¿Por qué no **formamos grupos de 4 a 6 miembros y buscamos un poco más de información** en fuentes fiables para poder construir argumentos sólidos?

También deberíamos **redactar un informe de grupo** para poder recoger las opiniones y argumentos y así los **expondremos de forma más organizada en el debate grupal final** donde participen todos los grupos de investigadores.

De hecho, que cada grupo **nombre a un coordinador y a un secretario** encargados de dirigir el debate dentro del grupo, recoger los puntos principales y controlar el tiempo.

¿Dejamos **20 minutos para buscar información y debatir en grupos pequeños** y otros **15 minutos para el debate final**?



No puede ser... ¡No lo creo!
Nuestro fármaco no solo ha superado las tres fases de los ensayos clínicos, sino que ya ha sido aprobado por dos agencias del medicamento: ¡la EMA y la FDA!

Eso significa que está listo para su comercialización, ¿no?
Por favor, que alguien me lo confirme, ¡que no me lo creo!



I love your face! Yes, Mike, it is true!
And I have news... since we started it, we are the ones who will design the final packaging of the drug and the commercial slogan!

CUADERNO DEL INVESTIGADOR

Actividad 20. Empezamos investigando y acabamos diseñando

Yo también estoy llorando como Laura... ¡lo conseguimos! Y encima nos dejan **diseñar la caja del embalaje final del fármaco y elegir el slogan que queramos**. ¡Espero que estéis creativos!

No tenemos el fármaco como tal, pero podemos meter golosinas para ver cómo queda ¿no? Y así acabamos con un final dulce.

Hay muchas plantillas para obtener cajas de formas inimaginables, ¡utiliza la que más te guste!





*¡Los diseños son impresionantes, chicos!
Ha sido un placer formar parte de este
grupo, me he divertido muchísimo y he
aprendido tantas cosas que ahora ni me
acuerdo....
¡Os echaré de menos!*

*I agree, Mike. The end has been unbeatable!
I'll miss you too! I've loved being part of
the project and I don't know how to thank
you for your enthusiasm and
participation...*



*Y ahora, ¿qué digo yo?
Habéis sido unos investigadores
excelentes, sin vosotros no habríamos
logrado el objetivo y creo que esto es
solo el principio...*

*Hagáis lo que hagáis en un futuro solo tenéis que
proponéroslo, y con esa energía y vitalidad seguro que lo
conseguiréis. ¡Soy muy fan!*

*Pero bueno, igual vosotros no pensáis igual... me
encantaría que me contaseis cómo os habéis sentido a lo
largo del proyecto. ¡No os cortéis! Contadme tanto lo bueno
como lo malo.*

Y bueno, ¡nos vemos en el siguiente reto!

CUADERNO DEL INVESTIGADOR

Actividad 21. Realidad vs Expectativa

Yo empecé la aventura un poco asustado, no sé vosotros... Veía que había muchas cosas por hacer y la mitad no las comprendía. Pero, ¡el resultado ha sido inmejorable!

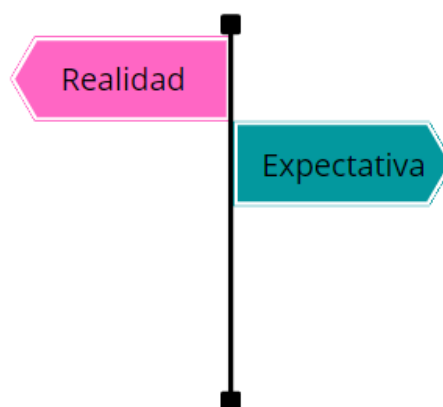
¿Y qué hay de vosotros? Seguro que os quedan unas pocas energías para hacer una **reflexión final** sobre lo que ha supuesto la realización del proyecto, lo que más os ha gustado, las dificultades que habéis encontrado, si habríais hecho algo de forma diferente, si recomendaríais la experiencia...

Y, por otra parte, me gustaría confirmar una teoría...

- Después de todas las actividades y los temas tratados en cada una de ellas, ¿creéis que existe relación entre las diferentes áreas científico-tecnológicas, como la química, la biología, las matemáticas o la informática, por ejemplo?

- O, ¿qué opináis acerca de utilizar un lenguaje común en el mundo científico como es el inglés? ¿Lo habríamos logrado sin ayuda extranjera?

- Por cierto, ¿os acordáis de lo que estudiabais en el instituto, antes de convertirlos en grandes investigadores? ¿Cuántos contenidos de aquellos habéis puesto en práctica en este ejemplo tan real de la vida, de sintetizar un fármaco desde el inicio hasta su comercialización?



ANEXO III

- Rúbrica A:

Actividad	Indicador de logro	Elemento a evaluar	3	2	1	0	Puntuación
PARTE INDIVIDUAL							
A2	I.L.2.1.1.	Texto y mapa conceptual	Identifica correctamente las ideas principales del texto, comprendiendo el significado de cada uno de los párrafos. Extrae los conceptos más importantes y los organiza adecuadamente en un mapa conceptual, incluyendo elementos visuales que favorezcan la comprensión de la información.	Identifica correctamente las ideas principales del texto, comprendiendo el significado de cada uno de los párrafos. Extrae los conceptos más importantes y los organiza en un mapa conceptual.	Identifica algunas de las ideas principales del texto. Extrae algunos de los conceptos más importantes y los organiza en un mapa conceptual.	No identifica las ideas principales de manera adecuada. No extrae correctamente los conceptos importantes ni estructura la información en un mapa conceptual.	0 - 3
A3	IL.2.1.2.	Ficha de Laura	Indica las partes principales de una célula humana y algún tipo. Identifica el núcleo dentro de la célula y la función que tiene. Nombra y explica las dos fases del ciclo celular. Nombra y explica las 4 fases de la división celular, asignándolas a la fotografía correspondiente. Entiende el concepto de muerte programada. Analiza y comprende las diferencias de estos procesos en una célula tumoral.	Indica las partes principales de una célula humana y algún tipo. Identifica el núcleo dentro de la célula y la función que tiene. Nombra y explica las dos fases del ciclo celular. Nombra y explica las 4 fases de la división celular, asignándolas a la fotografía correspondiente. No comprende las diferencias entre una célula sana y una célula normal.	Entiende parte de los procesos de una célula normal, pero no describe al detalle la información propia de éstos, como la identificación de las fases de la división celular.	No reconoce la mayoría de procesos celulares.	(0 - 6)/2
	IL.4.1.2.		Asume la importancia de estudiar los procesos celulares en células sanas y compararlos con los de células tumorales para identificar factores diferentes que puedan servir como objetivo en el mundo de la	Establece una relación entre las diferencias de las células sanas y tumorales y comprende que tiene una aplicación médica.	Identifica las diferencias entre células sanas y células tumorales, pero no ve la aplicación en la realidad.	No muestra interés por comprender la utilidad de conocer los diferentes procesos en ambos tejidos celulares.	

			investigación para actuar contra el cáncer.				
A7	I.L.2.1.6.	Esquema Resolución de la actividad Exposición breve Información anotada en el <i>Cuaderno del Investigador</i>	Lee detenidamente el texto sobre un tipo de tratamiento contra el cáncer, identificando y extrayendo correctamente las ideas principales, y plasma los conceptos de manera organizada en un esquema traduciendo el contenido a un lenguaje más didáctico. Anota la información más relevante explicada por sus compañeros sobre otros tratamientos.	Lee detenidamente el texto sobre un tipo de tratamiento contra el cáncer, identificando y extrayendo las ideas principales, y estructura los conceptos en un esquema. Anota la información más relevante explicada por sus compañeros sobre otros tratamientos.	Localiza algunas de las ideas principales y las recoge en un esquema. Anota parte de la información explicada por sus compañeros sobre otros tratamientos.	No comprende el texto y no se esfuerza por realizar un esquema con los conceptos importantes. No toma notas de la información explicada por sus compañeros sobre otros tratamientos.	(0 - 6)/2
	I.L.4.1.2. I.L.4.1.3. I.L.4.1.4.		Resuelve el ejercicio planteado correctamente identificando y resaltando la aplicación en la vida real de los conceptos estudiados en clase como: isótopos para tratar el cáncer de tiroides; proteínas estudiadas en la terapia dirigida; cálculo de la superficie basal para determinar la dosis de un medicamento; cálculo del tamaño de un tumor cerebral a partir de una escala.	Resuelve el ejercicio planteado identificando la aplicación en la vida real de los conceptos estudiados en clase.	Resuelve el ejercicio planteado, pero no lo relaciona con la aplicación en la vida real.	No resuelve correctamente el ejercicio planteado ni lo relaciona con la aplicación en la vida real.	
A8	I.L.2.1.7.	Ficha de Laura y Natalie Representación de gráficos	Analiza detenidamente los datos extraídos de las tarjetas, comparándolos con la estadística real y extrae conclusiones significativas sobre la población afectada por los diferentes tipos de cáncer.	Analiza los datos extraídos de las tarjetas, comparándolos con la estadística real y extrae conclusiones propias sobre la población afectada por los diferentes tipos de cáncer.	Recopila los datos a partir de las tarjetas. No compara correctamente los datos con la estadística real, ni extrae conclusiones.	No recopila los datos a partir de las tarjetas.	(0 - 9)/3
	I.L.4.1.4. I.L.4.1.5.		Calcula los porcentajes correctamente y explica la importancia del tamaño de muestra para obtener resultados que representen la realidad de la	Calcula los porcentajes y tiene en cuenta el tamaño de muestra para obtener resultados que representen la realidad de la	Calcula los porcentajes, pero no comenta la relevancia del tamaño de muestra. Representa los	No extrae correctamente los datos por lo que calcula erróneamente	

			estadística a nivel mundial. Representa los datos en gráficos visuales y fáciles de interpretar utilizando un programa de cálculo informático, buscando facilitar la comprensión del lector.	estadística a nivel mundial. Representa los datos en gráficos visuales y fáciles de interpretar utilizando un programa de cálculo informático.	datos en gráficos, pero no busca facilitar la comprensión del lector con elementos visuales y explicativos.	los porcentajes o no los calcula. No representa los datos en gráficos.	
	I.L.10.1.1.		Busca de forma autónoma la traducción y el significado de las palabras en inglés que no comprende y que aparecen en las tarjetas y en la ficha de la actividad, aunque no sean necesarias para su realización.	Busca de forma autónoma la traducción y el significado de las palabras en inglés que no comprende y que aparecen en las tarjetas y en la ficha de la actividad, si son necesarias para la actividad.	Traduce con ayuda las palabras en inglés que no comprende y que aparecen en las tarjetas y en la ficha de la actividad, si son necesarias para la actividad.	No muestra interés por comprender la terminología en inglés que aparece en las tarjetas.	
A10	I.L.4.1.6. I.L.10.1.1.	Ficha de Mike	Busca correctamente la traducción y significado de los términos en inglés e identifica los errores gramaticales y de estructura en las frases presentadas, teniendo en cuenta en cada momento el propósito de la actividad. Comprende la importancia de crear el contenido en inglés para su comprensión a nivel europeo y en especial dentro del mundo de la investigación.	Busca correctamente la traducción y significado de los términos en inglés e identifica los errores gramaticales y de estructura en las frases presentadas. Entiende la necesidad de presentar el contenido en inglés para su comprensión a nivel europeo.	Traduce la mayoría de los términos en inglés e identifica algunos de los errores gramaticales y de estructura en las frases presentadas. No da importancia al porqué el contenido debe presentarse en inglés.	No traduce la terminología ni identifica correctamente los errores gramaticales. No da importancia al porqué el contenido debe presentarse en inglés.	0 - 3
A12	I.L.8.1.1. I.L.8.1.2. I.L.8.1.3. I.L.8.1.4. I.L.8.1.5. I.L.8.1.6. I.L.8.1.7. I.L.7.1.1.	Observación del juego, línea de fases del desarrollo de un fármaco y una mujer científica en el <i>Cuaderno del Investigador</i>	Crea una línea cronológica ordenada y bien estructurada que incluye las diferentes fases del desarrollo de un fármaco: descubrimiento, pre-clínica, clínica, aprobación, comercialización y pruebas de farmacovigilancia. Incluye en cada una de las fases las características más importantes, como los procesos que se llevan a	Crea una línea cronológica ordenada y que incluye las diferentes fases del desarrollo de un fármaco y una breve explicación de cada una de ellas. Incluye al menos un ejemplo de mujer científica y habla de su investigación.	Crea una línea cronológica ordenada y que incluye las diferentes fases del desarrollo de un fármaco.	No ordena correctamente las diferentes fases del desarrollo de un fármaco o no incluye alguna de las fases.	0 - 3

			cabo, el tamaño de muestra en los ensayos o el significado de las siglas FDA y EMA, por ejemplo. Incluye al menos un ejemplo de mujer científica y habla de su investigación.				
A13	I.L.4.1.1. I.L.4.1.2. I.L.4.1.3.	Ficha de Laura	Identifica los conceptos estudiados en las diferentes materias didácticas en la actividad y la relevancia que tienen en el estudio de interacción de una proteína con un compuesto orgánico. Identifica, dibuja y describe los componentes básicos de una proteína y los átomos que la forman. Enumera y explica los diferentes tipos de enlace estudiados y señala aquellos de interés en la actividad. Define el concepto de electronegatividad y hace un uso correcto de los valores para la elección del compuesto.	Identifica los conceptos estudiados en las diferentes materias didácticas en la actividad. Identifica, dibuja y describe los componentes básicos de una proteína y los átomos que la forman. Enumera y explica los diferentes tipos de enlace estudiados y señala aquellos de interés en la actividad. Define el concepto de electronegatividad y hace un uso correcto de los valores para la elección del compuesto.	No relaciona los conceptos estudiados en las diferentes materias didácticas en la actividad con su aplicación en el estudio propuesto. Identifica y describe los componentes básicos de una proteína y los átomos que la forman. Enumera los diferentes tipos de enlace estudiados. Define el concepto de electronegatividad.	No relaciona los conceptos estudiados en las diferentes materias didácticas en la actividad con su aplicación en el estudio propuesto. No identifica correctamente los componentes básicos de una proteína, ni conoce los diferentes tipos de enlace estudiados o el concepto de electronegatividad.	(0 - 9)/3
	I.L.8.1.3. I.L.8.2.1. I.L.8.2.2.		Lee y comprende de forma autodidacta la información proporcionada sobre cómo actúan los tratamientos de inmunoterapia, en qué consiste la ciencia de la inmunología y el objetivo perseguido en la actividad. Entiende y explica el concepto de diana terapéutica, utilizando el nombre correcto de las proteínas, y cómo funciona la activación y desactivación del sistema inmune.	Lee y comprende con ayuda la información proporcionada sobre cómo actúan los tratamientos de inmunoterapia, en qué consiste la ciencia de la inmunología y el objetivo perseguido en la actividad. Entiende correctamente el concepto de diana terapéutica y cómo funciona la activación y desactivación del sistema inmune.	Lee y comprende con ayuda la información proporcionada sobre cómo actúan los tratamientos de inmunoterapia, en qué consiste la ciencia de la inmunología y el objetivo perseguido en la actividad. Entiende el concepto de diana terapéutica, pero no muestra interés en cómo	No lee la información proporcionada sobre cómo actúan los tratamientos de inmunoterapia y en qué consiste la ciencia de la inmunología. No entiende el concepto de diana terapéutica ni muestra interés en cómo funciona la activación y	

					funciona la activación y desactivación del sistema inmune.	desactivación del sistema inmune.	
	I.L.3.1.1. I.L.3.1.2.		Establece una relación entre las diferentes áreas científico-tecnológicas trabajadas en la actividad, como el empleo de conocimientos tanto biológicos como químicos, y el uso de herramientas informáticas para la modelización molecular y estudios de <i>docking</i> de las interacciones entre la diana terapéutica y el compuesto.	Es consciente de las diferentes áreas científico-tecnológicas trabajadas en la actividad, como el empleo de conocimientos tanto biológicos como químicos, y el uso de herramientas informáticas para la modelización molecular y estudios de <i>docking</i> de las interacciones entre la diana terapéutica y el compuesto.	Identifica las diferentes áreas científico-tecnológicas trabajadas, pero no le atribuye gran importancia.	No muestra interés en identificar las diferentes áreas científico-tecnológicas trabajadas.	
A14	I.L.9.1.1. I.L.9.2.1.	Ficha de Mike y observación del juego	Identifica y nombra correctamente todo el material necesario para la síntesis de los compuestos orgánicos seleccionados y explica adecuadamente el uso de cada uno. Muestra interés por la síntesis posterior y utiliza la actividad como preparación. Reconoce, asigna y explica el significado de los diferentes pictogramas de seguridad y peligrosidad.	Identifica y nombra correctamente todo el material necesario para la síntesis de los compuestos orgánicos seleccionados y explica adecuadamente el uso de cada uno. Reconoce, asigna y explica el significado de los diferentes pictogramas de seguridad y peligrosidad.	Identifica y nombra correctamente todo el material y explica brevemente el uso de cada uno. Reconoce y asigna cada pictograma de seguridad y peligrosidad con su significado.	No identifica correctamente el material ni conoce su uso. No reconoce ni asigna cada pictograma de seguridad y peligrosidad con su significado.	0 - 3
A15	I.L.4.1.3. I.L.4.1.4.	Ficha de Laura	Identifica en la actividad los diferentes contenidos y conceptos de materias de la rama STEM que aparecen al sintetizar un compuesto orgánico con aplicación farmacológica, destacando su	Identifica en la actividad los diferentes contenidos y conceptos de materias de la rama STEM que aparecen al sintetizar un compuesto orgánico con aplicación farmacológica.	No busca relación entre los conceptos de materias de la rama STEM y la síntesis de un compuesto orgánico con aplicación farmacológica. Identifica	No busca relación entre los conceptos de materias de la rama STEM y la síntesis de un compuesto orgánico con aplicación	(0 - 6)/2

			<p>aplicación práctica en la vida real. Identifica correctamente los reactivos y productos de la reacción seleccionada. Calcula adecuadamente la masa necesaria de compuesto a pesar, habiendo calculado previamente las masas moleculares de los compuestos. Ordena y comprende la secuencia de pasos a seguir en el laboratorio. Conoce el concepto de densidad y utiliza la lógica para determinar dónde está el compuesto. Formula correctamente compuestos inorgánicos y orgánicos.</p>	<p>Identifica los reactivos y productos de la reacción seleccionada. Calcula adecuadamente la masa necesaria de compuesto a pesar, habiendo calculado previamente las masas moleculares de los compuestos. Ordena correctamente la secuencia de pasos a seguir en el laboratorio. Conoce el concepto de densidad. Formula correctamente compuestos inorgánicos y orgánicos.</p>	<p>los reactivos y productos de la reacción seleccionada. Calcula la masa necesaria de compuesto a pesar con ayuda externa. Ordena la secuencia de pasos a seguir en el laboratorio. Conoce el concepto de densidad. Formula compuestos inorgánicos y orgánicos.</p>	<p>farmacológica ni muestra interés en resolver las actividades propuestas.</p>	
	<p>I.L.9.1.1. I.L.9.3.1.</p>		<p>Identifica y relaciona sin ayuda el material de la actividad anterior con cada una de las técnicas de laboratorio empleadas para la síntesis y obtención del compuesto: síntesis química, extracción y purificación del compuesto. Comprende y describe la utilidad de cada técnica y donde se encuentra el compuesto en cada apartado.</p>	<p>Identifica y relaciona el material de la actividad anterior con cada una de las técnicas de laboratorio empleadas para la síntesis y obtención del compuesto: síntesis química, extracción y purificación del compuesto. Comprende la utilidad de cada técnica y donde se encuentra el compuesto en cada apartado.</p>	<p>Identifica y relaciona parte del material de la actividad anterior con las técnicas de laboratorio empleadas para la síntesis y obtención del compuesto. Comprende la utilidad de cada técnica, pero necesita ayuda para determinar dónde está el compuesto.</p>	<p>No identifica ni relaciona el material de la actividad anterior con las técnicas de laboratorio. No conoce la utilidad de cada técnica.</p>	
A16	<p>I.L.4.1.2. I.L.4.1.3.</p>	Ficha de Laura	<p>Identifica en la actividad los diferentes contenidos y conceptos de materias de la rama STEM que aparecen en la realización de varios ensayos biológicos en líneas celulares para evaluar la acción anti-tumoral de un compuesto orgánico. Trabaja con bajas concentraciones de molaridad (mM) y volúmenes del rango de μL</p>	<p>Identifica en la actividad los diferentes contenidos y conceptos de materias de la rama STEM que aparecen en la realización de varios ensayos biológicos en líneas celulares para evaluar la acción anti-tumoral de un compuesto orgánico. Trabaja con bajas</p>	<p>No busca relación entre los diferentes contenidos y conceptos de materias de la rama STEM y su aplicación en la realización de varios ensayos biológicos en líneas celulares. Resuelve las actividades con</p>	<p>No busca relación entre los diferentes contenidos y conceptos de materias de la rama STEM y su aplicación en la realización de varios ensayos biológicos en líneas celulares, ni muestra</p>	(0 - 6)/2

			haciendo uso de potencias para facilitar el cálculo. Expresa correctamente las unidades y se ayuda de factores de conversión para cambiar de unas a otras. Indica la función principal de las mitocondrias en las células, la respiración celular, y lo relaciona con la aplicación de análisis que tiene en el ensayo.	concentraciones de molaridad (mM) y volúmenes del rango de µL. Expresa correctamente las unidades y se ayuda de factores de conversión para cambiar de unas a otras. Indica la función principal de las mitocondrias en las células, la respiración celular.	dificultad, sin comprender el sentido de éstas.	interés en resolver las actividades propuestas	
	I.L.9.1.2.		Identifica y nombra correctamente todo el material y equipos necesarios para realizar los ensayos biológicos que se indican y explica adecuadamente el uso de cada uno. Presta atención al vídeo inicial y ordena y explica correctamente los pasos a seguir en la realización del ensayo. Establece una relación entre el ensayo de co-cultivos y la acción que se pretende tenga el compuesto al estar diseñado como un fármaco de inmunoterapia.	Identifica y nombra correctamente todo el material y equipos necesarios para realizar los ensayos biológicos que se indican y explica el uso de cada uno. Presta atención al vídeo inicial y ordena correctamente los pasos a seguir en la realización del ensayo.	Identifica y nombra parte del material y equipos necesarios para realizar los ensayos biológicos que se indican y conoce el uso de cada uno. Presta atención al vídeo inicial y ordena correctamente los pasos a seguir en la realización del ensayo.	No identifica el material y equipos necesarios para realizar los ensayos biológicos que se indican y no conoce su uso. No presta atención al vídeo inicial y no ordena correctamente los pasos a seguir en la realización del ensayo.	
Actividad	Indicador de logro	Elemento a evaluar	3	2	1	0	Puntuación
PARTE GRUPAL							
A2	I.L.1.1.1. I.L.1.1.2. I.L.11.1.1. I.L.11.1.2.	Participación Actitud	Muestra una actitud positiva frente a las actividades propuestas en el proyecto y en concreto aquellas que tratan aspectos más específicos del cáncer, participando activamente y ayudando a entender la temática a los compañeros que se sientan más incómodos con ella.	Muestra una actitud positiva frente a las actividades propuestas en el proyecto y en concreto aquellas que tratan aspectos más específicos del cáncer, y participa activamente.	Tiene dificultades en mostrar actitud positiva frente a las actividades propuestas en el proyecto y en concreto aquellas que tratan aspectos más específicos del cáncer.	No muestra actitud positiva frente a las actividades propuestas en el proyecto. No ayuda a sus compañeros y no participa en las actividades.	0 - 3
A3							0 - 3
A7							0 - 3
A8		0 - 3					
A10		0 - 3					
A12		0 - 3					

A13			Valora el trabajo en equipo, ayudando a sus compañeros y dejándose ayudar en las áreas que menos domina, con el propósito de conseguir un mismo objetivo. Ayuda a integrarse a los miembros menos participativos y no tiene dificultades en trabajar con grupos diferentes.	Valora el trabajo en equipo, ayudando a sus compañeros, con el propósito de conseguir un mismo objetivo. Ayuda a integrarse a los miembros menos participativos y no tiene dificultades en trabajar con grupos diferentes.	No ayuda a sus compañeros, pero intenta participar cuando se siente confiado.		0 - 3
A14							0 - 3
A15							0 - 3
A16							0 - 3

- Rúbrica B:

Actividad	Indicador de logro	Elemento a evaluar	3	2	1	0	Puntuación
INDIVIDUAL							
A11	I.L.4.1.7.	Logo y nombre de grupo	Muestra una actitud positiva y entusiasta y se esfuerza en diseñar un logo original que represente al grupo de investigación del que todos forman parte. Busca un nombre respetuoso y acorde al proyecto.	Muestra una actitud positiva y entusiasta y se esfuerza en diseñar un logo que represente al grupo de investigación del que todos forman parte. Busca un nombre para el grupo.	Se esfuerza en diseñar un logo que represente al grupo de investigación. No busca un nombre para el grupo.	No se esfuerza en diseñar un logo que represente al grupo de investigación. No busca un nombre para el grupo.	0 - 3
A18	I.L.4.1.6. I.L.10.1.2.		Redacta un e-mail en inglés dirigido a un grupo de investigación extranjero considerando el carácter formal del documento. Se diferencian las cuatro partes señaladas en la actividad. El contenido incluye una explicación del proyecto que se está realizando, el por qué se quiere colaborar con un grupo internacional, una pregunta acerca de las instalaciones con las que cuenta el grupo y un agradecimiento por adelantado. La redacción es coherente y respeta la gramática inglesa.	Redacta un e-mail en inglés dirigido a un grupo de investigación extranjero considerando el carácter formal del documento. Se diferencian las cuatro partes señaladas en la actividad. El contenido incluye la mayoría de puntos solicitados. La redacción es coherente y se respeta en gran parte la gramática inglesa.	Redacta un e-mail en inglés dirigido a un grupo de investigación extranjero. Se diferencian las cuatro partes señaladas en la actividad. El contenido algunos de los puntos solicitados. Contiene errores de ortografía y gramática leves y alguna grave.	No muestra interés en redactar un e-mail coherente que incluya los apartados y los contenidos indicados.	0 - 3
A20	I.L.4.1.7.		Muestra una actitud positiva y entusiasta frente a la actividad y se esfuerza en construir una caja práctica que simule el embalaje del fármaco. Diseña un exterior de la caja llamativo y original que representa adecuadamente el fármaco desarrollado. Añade un eslogan original como campaña publicitaria.	Muestra una actitud positiva y entusiasta frente a la actividad y se esfuerza en construir una caja que simule el embalaje del fármaco. Diseña un exterior de la caja que representa el fármaco desarrollado. Añade un eslogan original como campaña publicitaria.	Se esfuerza en construir una caja que simule el embalaje del fármaco y diseña un exterior de la caja que representa el fármaco desarrollado.	No se esfuerza en construir una caja que simule el embalaje del fármaco, ni diseña el exterior de la caja.	0 - 3

- Rúbrica C:

Actividad	Indicador de logro	Elemento a evaluar	3	2	1	0	Puntuación
GRUPAL							
A4	I.L.2.1.3. I.L.1.1.1. I.L.11.1.1. I.L.11.1.2.	Observación del montaje y ejecución de la escena	Lee y comprende la escena a representar por todo el grupo clase. Explica la escena y resuelve dudas a los compañeros que tienen más dificultades. Se muestra participativo y no tiene inconveniente en representar ninguno de los papeles. Se muestra entusiasta y con actitud positiva frente a la actividad.	Lee y comprende la escena a representar por todo el grupo clase. Se muestra participativo y no tiene inconveniente en representar ninguno de los papeles. Se muestra entusiasta y con actitud positiva frente a la actividad.	Lee la escena a representar por todo el grupo clase, pero le cuesta tomar parte en la actividad.	No intenta comprender la escena a representar y no quiere formar parte de la actividad grupal.	0 - 3
A6	I.L.2.1.5. I.L.1.1.1. I.L.11.1.2.	Observación de la realización del juego en clase	Se muestra entusiasta por el juego planteado, participando activamente en él y explicando las técnicas correctamente cuando encuentra e identifica las parejas. Ayuda a los compañeros que tienen más dificultades y siempre juega de forma respetuosa.	Participa en el juego explicando las técnicas correctamente cuando encuentra las parejas. Siempre juega de forma respetuosa.	Participa en el juego e intenta explicar las técnicas, aunque tiene dificultades incluso con ayuda de las infografías. Siempre juega de forma respetuosa.	No se muestra participativo en el juego y no muestra respeto por los compañeros.	0 - 3
A17	I.L.6.1.1. I.L.6.1.2. I.L.6.1.3. I.L.1.1.1. I.L.11.1.2.	Observación: Preparación del <i>Role-playing</i> Escenificación y diálogos Actitud y participación Trabajo en equipo	Participa activamente en el <i>role-playing</i> , pensando argumentos a favor y contra y proponiendo diferentes diálogos y escenografías, y no tiene inconveniente en representar ninguno de los personajes. Ayuda a los compañeros menos participativos a integrarse en la actividad. Comprende la temática de la escena y la relevancia en el mundo científico. Entiende que es un tema controvertido y que debe tratarse de una forma respetuosa.	Participa activamente en el <i>role-playing</i> , pensando argumentos a favor y contra y proponiendo diferentes diálogos y escenografías. Comprende la temática de la escena y la relevancia en el mundo científico. Entiende que es un tema controvertido y que debe tratarse de una forma respetuosa. Justifica la postura que tomaría en cada caso.	Participa en el <i>role-playing</i> , aunque no aporta muchas ideas propias. Entiende que es un tema controvertido y que debe tratarse de una forma respetuosa.	No participa en el <i>role-playing</i> , ni incluye una justificación de la postura que tomaría en los diferentes casos en su <i>Cuaderno del Investigador</i> .	0 - 3

			Justifica aportando argumentos sólidos la postura que tomaría en cada caso.				
A19	I.L.1.1.1. I.L.6.1.1. I.L.6.1.4. I.L.11.1.2.	Informe de grupo Observación: Debate Actitud y participación	Participa activamente tanto en el debate de grupos reducidos como en el debate final, aportando argumentos elaborados y sólidos de forma respetuosa. Busca previamente información sobre el caso de Henrietta Lacks para incluirla en el informe grupal. Ayuda a los compañeros que encuentran más dificultades en la comprensión de la actividad.	Participa activamente tanto en el debate de grupos reducidos como en el debate final, aportando argumentos de forma respetuosa. Busca previamente información sobre el caso de Henrietta Lacks para incluirla en el informe grupal.	Participa tanto en el debate de grupos reducidos como en el debate final de forma respetuosa. Busca previamente información sobre el caso de Henrietta Lacks para incluirla en el informe grupal.	No participa en ninguno de los debates o no lo hace de forma respetuosa. Tampoco busca información sobre el caso propuesto.	0 - 3

ANEXO IV

CUESTIONARIO A – Evaluación Actividades 5 y 9

Marca la casilla que consideres más adecuada para cada aspecto. Debes evaluar las exposiciones de tus compañeros por grupos en la actividad 5, e individualmente en la actividad 9. También debes evaluarte a ti mismo según consideres que ha sido tu actuación en cada actividad. El profesor también evaluará a cada alumno mediante esta rúbrica.

		0 Para nada – 4 Completamente				
Competencias	Aspectos	0	1	2	3	4
CCL	Escritos					
	El trabajo no contiene faltas ortográficas ni errores gramaticales.					
	El texto presenta cohesión y coherencia en las frases escritas.					
	El léxico utilizado se adecúa al contexto					
	Orales					
	Es claro en sus exposiciones, destacando la información más relevante					
	No utiliza cometillas como “¿vale?” “¿no?” “¿sabes?”					
	Utiliza un tono y volumen de voz adecuado					
CMCT	Gesticula de forma adecuada cuando es relevante. No gesticula exceso, pero tampoco está inmóvil.					
	El tema tratado se ajusta a lo que se pide en la actividad.					
	Se utiliza léxico específico del tema.					
	Muestra comprensión de los conceptos que explica.					
CD	La información es relevante e incluye curiosidades.					
	Incluye elementos visuales para facilitar la comprensión: colores, imágenes, cuadrados, flechas, diferentes tamaños de letra...					
	El tamaño de letra es adecuado.					
CPAA	Aprovecha el espacio disponible y la estructura es organizada.					
	Es consciente del trabajo realizado y de las competencias desarrolladas durante la actividad.					
SIE	Aprende de los aciertos de sus compañeros e intenta mejorar su actuación, reforzando sus puntos débiles.					
	Muestra iniciativa propia en la exposición de la actividad, mostrando confianza en el trabajo realizado					
	Ayuda a los compañeros en las dificultades que puedan tener.					

CEC	Justifica la importancia del tema tratado para la sociedad.					
	La finalidad del trabajo es aportar información relevante que mejore aspectos sociales y aporte al beneficio común.					
Puntuación total		/80				

A continuación, puedes escribir cualquier comentario sobre algún aspecto que no aparece en la tabla, o para explicar otro que sí, al evaluar a tus compañeros.

En el caso de la auto-evaluación, añade unas líneas reflexionando sobre el trabajo tanto individual como grupal realizado; ¿Qué has aprendido? ¿Existe relación entre las diferentes materias estudiadas en la ESO? ¿Qué opinas de la competencia digital? ¿Qué dificultades has encontrado? ¿Qué es lo que más te ha gustado? ¿Qué mejorarías en próximas actuaciones? ¿Te has sentido cómodo trabajando en equipo? ¿Qué ventajas presenta el trabajo en equipo? ¿e inconvenientes? ¿Cómo te has sentido evaluándote a ti mismo y a tus compañeros? ¿Crees que has sido justo?

ANEXO V

CUESTIONARIO B - RETROALIMENTACIÓN

Llego la hora de evaluar el proyecto global para detectar los puntos de mejora. Tú opinión es importante.

Completa el siguiente cuestionario marcando la casilla que consideres adecuada y añade cualquier comentario que te parezca relevante para la mejora del proyecto.

Con la realización del proyecto...	Para nada 0	1	2	3	Totalmente 4
He mejorado mis competencias clave					
He aprendido sobre un tema que desconocía o he ampliado mis conocimientos sobre éste					
He entablado relaciones más estrechas con compañeros con los que antes no interaccionaba tan a menudo					
Me he divertido aprendiendo					
Considero que he aprendido tanto o más que con las clases tradicionales					
He identificado la relación entre diferentes materias de la ESO					
He visto una aplicación real de los conceptos estudiados en clase					
Me ha servido para entender la importancia del inglés en el mundo de la investigación					
He reflexionado sobre temas éticos que antes no había considerado					
Le daría un puntuación global de...					

Comentarios:

(Indica cualquier aspecto que se pueda mejorar y cómo lo harías. No tengas miedo a criticar el proyecto, servirá para mejorarlo. También puedes destacar los aspectos que más te hayan gustado)